

**GEORGIAN MECHANICAL UNION**  
საქართველოს მექანიკოსთა კავშირი

**V ANNUAL MEETING**  
**OF THE GEORGIAN MECHANICAL UNION**  
საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის  
მესამე ყოველწლიური კონფერენცია

**BOOK OF ABSTRACTS**  
მოხსენებათა თეზისები

**8-10 OCTOBER, 2014, TBILISI**  
8-10 ოქტომბერი, 2014, თბილისი

© TBILISI UNIVERSITY PRESS  
თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
ISSN 2233-355X

## ORGANIZERS:

### I. Javakhishvili Tbilisi State University

- I. Vekua Institute of Applied Mathematics
- Faculty of Exact and Natural Sciences
- Department of Mathematics, Chair of Mechanics
- Tbilisi International Centre of Mathematics and Informatics
- Georgian National Committee of Theoretical and Applied Mechanics  
Georgian Mechanical Union

### SCIENTIFIC COMMITTEE:

Aptsiauri, Amirani (Georgia)	Kalabegishvili, Miriani (Georgia)
Botchorishvili, Ramaz (Georgia)	Kapanadze, George (Georgia)
Chinchaladze, Natalia (Georgia)	Kipiani, Gela (Georgia)
Danelia, Demuri (Georgia)	Kvitsiani, Tarieli (Georgia)
Gabrichidze, Gurami (Georgia)	Meunargia, Tengizi (Georgia)
Gavardashvili, Givi (Georgia)	Müller, Wolfgang H. (Germany)
Gedenidze, Zurabi (Georgia)	Natroshevili, David (Georgia)
Gigineishvili, Joni (Georgia)	Pataraiia, David (Georgia)
Gordeziani, David (Georgia)	Sharikadze, Jondo (Georgia)
Gorgidze, David (Georgia)	Shavlakadze, Nugzari (Georgia)
Gulua, Bakuri, <i>Scientific Secretary</i> (Georgia)	Skhirtladze, Nugzari (Georgia)
Hasanoglu, Alemdar (Turkey)	Vashakmadze, Tamazi (Georgia)
Jaiani, George, <i>Chair</i> (Georgia)	

### ORGANIZING COMMITTEE:

Avazashvili, Nikoloz	Nozadze, George
Bregvadze, Amirani	Rukhaia, Khimuri
Chinchaladze, Natalia, <i>Chair</i>	Qajaia, Lali
Gabelaia, Miranda, <i>Scientific Secretary</i>	Sharikadze, Meri
Gulua, Bakuri, <i>Co-Chair</i>	Tskhakaia, Ketevani
Kipiani, Gela	Tsutskiridze, Vardeni

### TOPICS OF THE MEETING:

1. Solid Mechanics
2. Fluid Mechanics
3. Solid-Fluid Interaction Problems
4. Applied Mechanics
5. Related Problems of Analysis

### CONFERENCE WEB-PAGE:

<http://www.viam.science.tsu.ge/others/gnctam/annual5.htm>

**ორგანიზატორები:**

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

- ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი
- ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი
- მათემატიკის დეპარტამენტი, მექანიკის კათედრა
- თბილისის საერთაშორისო ცენტრი მათემატიკასა და ინფორმატიკაში
- საქართველოს ეროვნული კომიტეტი თეორიულ და გამოყენებით მექანიკაში, საქართველოს მექანიკოსთა კავშირი

**სამეცნიერო კომიტეტი:**

აფციაური ამირანი

კვიციანი ტარიელი

ბოჭორიშვილი რამაზი

მელუნარგია თენგიზი

გაბრიჩიძე გურამი

მიულერი ვოლფგანგი ჰ. (გერმანია)

გავარდაშვილი გივი

ნატროშვილი დავითი

გედენიძე ზურაბი

პატარაია დავითი

გიგინეიშვილი ჯონი

სხირტლაძე ნუგზარი

გორგიძე დავითი

ყალაბეგიშვილი მირიანი

გორდეზიანი დავითი

ყიფიანი გელა

გულუა ბაკური, *სწავლული*

შავლაყაძე ნუგზარი

*მდივანი*

შარიქაძე ჯონდო

დანელია დემური

ჩინჩალაძე ნატალია

ვაშაყაძე თამაზი

ჯაიანი გიორგი, *თავმჯდომარე*

კაპანაძე გიორგი

ჰასანოღლუ ალემდარი (თურქეთი)

**საორგანიზაციო კომიტეტი:**

ავაზაშვილი ნიკოლოზი

რუხაია ხიმური

ბრეგვაძე ამირანი

ქაჯაია ლალი

გაბელაია მირანდა, *სწავლული*

ყიფიანი გელა

*მდივანი*

შარიქაძე მერი

გულუა ბაკური, *თავმჯდომარის*

ჩინჩალაძე ნატალია, *თავმჯდომარე*

*მoadგილე*

ცუცქირიძე ვარდენი

მეგრელიშვილი ზურაბი

ცხაკაია ქეთევანი

ნოზაძე გიორგი

**კონფერენციის თემატიკა:**

1. მყარ დეფორმად სხეულთა მექანიკა;
2. ჰიდროაერომექანიკა;
3. დრეკად მყარ და თხევად გარემოთა ურთიერთქმედების პრობლემები;
4. გამოყენებითი მექანიკა;
5. ანალიზის მონათესავე საკითხები.

**კონფერენციის ვებ-გვერდი:**

<http://www.viam.science.tsu.ge/others/gnctam/annual5.htm>

# THE EQUATION OF ENTROPY PRODUCTION FOR OPENSYSTEMS AS A THEORETICAL BASIS OF ENERGY GENERATION FROM THE EQUILIBRIUM ENVIRONMENT

Amiran Aptsiauri

Kutaisi National Educational University, Kutaisi, Georgia,  
a.aptiauri@mail.ru

In this talk, on the basis of mass, energy and an impulse preservation equations, it is shown that, integration of entropy production equation for the closed and open systems yields considerably different results. In particular, if in the closed system processes take place only with entropy growth, in the open systems, the thermal stream, accruing along a current, conducts to decrease in entropy that contradicts the principle of permanent growth of entropy. The Ge-theorem which represents the fundamental principle of energy generation due to heat of environment is formulated. It is shown that surprising stability of the tornado type phenomenon is caused by emergence of sucking effect in the conditions of strong heat conductivity of a turbulent stream. In spite of the fact that in installations of small scales, fixation of this effect is difficult due to prevalence of friction (viscosity), in the paper the need of thermodynamics laws revision is shown.

## References

1. Лойцянский Л.Г. – Механика жидкости и газа. Главная редакция физико-математической литературы издательства “Наука”, издание третье, переработанное и дополненное, 1970, - 903 стр.

## ANCIENT ANTISEISMIC CONSTRUCTION METHODS IN GEORGIA

Malkhaz Bediashvili

Academician of Academy of Engineering Academy of Georgia, Tbilisi,  
Georgia, mabedi@mail.ru

Georgia is located in a highly seismic zone. Numerous cultural and religious buildings were ruined through centuries due to earthquakes. Historical records mention facts of severe quakes that has been studied and published by modern scientists using contemporary techniques.

Mtskheta, former capital of Georgia is a city having diversity of monuments: architectural and historical buildings revealing antiseismic constructing methods used since II-IV centuries BC.

Heritage of Mtskheta city-museum, namely Svetitskhoveli Cathedral, Jvari Monastery, Samtavro Church and Armazi Fortress are included in the world heritage list.

We had a possibility to get familiar with records concerning the results of earthquakes in VII-IX, XI and XII centuries. We could not find any earlier records.

Though, antiseismic construction method used to build stile existing pagan and orthodox monuments and their ruins reveals that old Georgians knew quite well the results of earthquakes and measures for struggling with them.

For instance, ancient constructors used the technique of so called “entire belt” i.e. chain belt when constructing Bagineti Fortress in the IV century BC. This is the most ancient antiseismic construction method known to us.

Long before the introduction of lime mortar, our ancestors were masters of so called “dry building” i.e. using purely cut quadras (stone blocks). Quite original construction method was also used – quadras with “teeth” in order to avoid breaking of laying stitch.

Following stage of antiseismic construction must be so called “swallow tail” introducing metal elements. This technique for connecting different layings was used in the II century BC. A “swallow’s tail” 12 cm long and 8-9 cm wide and a “throat” 5-6 cm

wide and 2-4 cm deep were curved in each neighboring stone block. This cavity was filled with melt lead or a metal and more rarely, wooden plate was inserted.

In order to avoid breaking of laying, thin metal plates were inserted in the horizontal stitches of laying. This techniques was used to construct numerous churches in Mtskheta.

In addition, wooden antiseismic belts with the diameter of 30 cm were often used in Sioni Cathedral built in the VII century AD in Tbilisi.

The above and other antiseismic construction methods show that Georgian builders, masters, architects learned from earthquakes and developed construction techniques guaranteeing fabulous monuments for future generations.

## **NUMERICAL SCHEMES FOR LINEAR ADVECTION EQUATION**

Ramaz Botchorishvili  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,  
Faculty of Exact and Natural Sciences.  
Tbilisi, Georgia

The equation in conservative and non conservative form is considered. For improving accuracy two new approaches are presented. The first approach uses baricentric derivative for building fast high order schemes and the second approach is dealing with mesh refinement algorithms when using schemes of different accuracies. The convergence of proposed numerical schemes is proved. The example of application in pollutants transport and variational data assimilation is considered. Numerical tests demonstrating practical accuracy of developed approaches are given.

# NUMERICAL MODELING OF THE COASTLINE DYNAMICS AND ITS ENGINEERING ASPECTS

Amiran Bregvadze, Lali Sitchinava, Tengiz Tchanturia

\* Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, Georgia,  
amiranibregvadze@gmail.com

In modern conditions the problem of protecting the sea-coast from a destructive interference of the waves is becoming clearer and clearer. Therefore, environmental measures based on a proper scientific basis need to be taken.

Recently an engineering thinking has become more focused on the nature. Thus, new technologies are introduced as an effective means of protecting the environment. Such technology is presented as ACETUBE technology that is used in the restoration and protection of the coastline. The resilience of ACETUBE material provides its adaptation with the sea-bed of different shape and structure. ACETUBE filled with sand is effectively used in hydroengineering.

This talk deals with the coastal processes based on the mathematical modeling of the ACETUBE used for coast protection and restoration.

Besides, on the basis of ACETUBE technology the development and implementation engineering measures for restoring coastline is highly effective.

## References

1. Chan, E.S. and Sanniraj, S.A. Application of Ocean Wave Prediction Model to China Sea., The 6th OMISAR Workshop on Ocean Models, Beijing, China, 2012.
2. Nam, P.T., Larson, M., 2010. Model of nearshore waves and wave-induced currents around a detached breakwater. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* 136(3), 156-176.
3. Larson, M., Camenen, B., Nam, P.T. 2010. A unified sediment transport model for inlet application. *Journal of Coastal Research* (in press).



4. Брегвадзе А.В., Сагинадзе И.С. Моделирование литодинамических процессов в прибрежной зоне. II Международная конференция “Неклассические задачи механики”. 6-8.10.2012. Кутаиси, Грузия.
5. Krystian W. Pilarczyk, DESIGN ASPECTS OF GEOTUBES AND GEOCONTAINERS, Zoetermeer, Netherlands 30 January 1996
6. Lake Wister Water Quality, Bathymetry, and Restoration Alternatives, U.S. Army Corps of Engineers, Tulsa District, Oklahoma Water Resources Board, Final Draft Report September 2003

## **SELF-PRESERVATION OF ULF ELECTROMAGNETIC WAVE STRUCTURES IN THE MAGNETOTAIL WITH BBF FLOW: DATA ANALYSIS**

Khatuna Chargazia<sup>1,2</sup>, O. Kharshiladze<sup>2</sup>, G. Zimbardo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Tbilisi, Georgia, khatuna.chargazia@gmail.com

<sup>2</sup>Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia, o.kharshiadze@mail.ru

<sup>3</sup>Physics Department, University of Calabria, Rende, Italy, [gaetano.zimbardo@fis.unical.it](mailto:gaetano.zimbardo@fis.unical.it)

This work is devoted to the investigation of nonlinear dynamics of large scale ULF electromagnetic (EM) ultra-low-frequency wave (ULFW) structures in the magnetotail region with BBF (Bursty Bulk Flow) - fast plasma flows inside the plasma sheet. These perturbations undergo self organization in the form of the nonlinear solitary vortex structures due to nonlinear twisting of the perturbation's front. Depending on the features of the velocity profiles of the shear flows the nonlinear vortex structures can be either monopole vortices, or dipole vortex, or vortex streets and vortex chains. These ULF vortices are multi-scale nonlinear structures. We give a review of the main theoretical features of incompressible vortices and consider the stationary analytical solutions of the proposed model. Finally, we analyze the spectral

properties of the ULF electromagnetic vortex structures (monopole, dipole, vortex street) and of the network of such vortices. We show that the observed magnetotail flow spectrum in presence of these vortices can be described, at least partially, by the vortex network model. For the magnetotail region the parameters of flow kinematic and magnetometer measurements by satellite “THEMIS” data during substorm event February 19, 2008 is studied. Investigated spectra reveals, that the power spectral density depends on the on development stage of the magnetic substorms.

The space and time attenuation specification of the vortices is studied. The characteristic time of vortex longevity is estimated. BBF flow (shear flow) feeds with energy the considered vortices, self-preserving in the medium during BBF and after its passage, carrying the trapped medium particles, energy and heat. Thus they represent structural elements of turbulence in the medium.

**Acknowledgment.** This work is supported by Shota Rustaveli National Science Foundation's Grant no 31/14.

## ON SOME METHODS FOR CALCULATING CUSPED PRISMATIC SHELLS

Natalia Chinchaladze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

I.Vekua Institute of Applied Mathematics & Faculty of Exact and Natural  
Sciences, Tbilisi, Georgia, chinchaladze@gmail.com

The elastic body is called a prismatic shell if it is bounded above and below by, respectively, the surfaces (so-called face surfaces)

$$x_3 = \overset{(+)}{h}(x_1, x_2) \text{ and } x_3 = \overset{(-)}{h}(x_1, x_2),$$

laterally by a cylindrical surface  $\Gamma$  of generatrix parallel to the  $x_3$ -axis and its vertical dimension is sufficiently small compared with other dimensions of the body.

In what follows we assume that

$$2h(x_1, x_2) = \overset{(+)}{h}(x_1, x_2) - \overset{(-)}{h}(x_1, x_2)$$

is the thickness of the prismatic shell.

Using Vekua's dimension reduction method [1-4], in [5] hierarchical models for elastic prismatic shells are constructed for the following models:

**Model 2.** On the face surface displacements

$$u_i(x_1, x_2, \overset{(\pm)}{h}(x_1, x_2), t), \quad i = 1, 2, 3.$$

are known.

**Model 3.** On the face surfaces

$$\begin{aligned} u_\alpha(x_1, x_2, \overset{(\pm)}{h}(x_1, x_2), t), \quad \alpha = 1, 2, \\ Q_{\nu_3}^{(\pm)}(x_1, x_2, \overset{(\pm)}{h}(x_1, x_2), t) = X_{3\beta}^{(\pm)}(x_1, x_2, \overset{(\pm)}{h}(x_1, x_2), t) \nu_\beta \\ + X_{33}^{(\pm)}(x_1, x_2, \overset{(\pm)}{h}(x_1, x_2), t) \nu_3 \end{aligned}$$

are known.

Here  $u_i(x_1, x_2, x_3, t)$ ,  $X_{ij}(x_1, x_2, x_3, t)$ , and  $e_{ij}(x_1, x_2, x_3, t)$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) denote the displacement vector, stress and strain tensor components of the three-dimensional theory of linear elasticity, respectively.

The present talk is devoted to the existence and uniqueness theorems of the problems with variational formulation in suitable generally weighted spaces for the constructed models.

**Acknowledgment.** The work was supported by the Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF) grant # D-13/18.

## References

1. Vekua I.N. On one method of calculating of prismatic shells. (Russian) Trudy Tbilis. Mat. Inst., 21 (1955), 191-259.
2. Vekua I.N. Shell Theory: General Methods of Construction. Pitman Advanced Publishing Program, Boston-London-Melbourne, 1985.
3. Jaiani G. Cusped Shell-like Structures. Springer Briefs. Springer-Heidelberg-Dordrecht-London-New York, 2011.
4. Chinchaladze N. Harmonic vibration of cusped plates in the N-th approximation of Vekua's hierarchical models. Archives of Mechanics, Vol 65, No 5, 345–365, 2013
5. Jaiani G. Hierarchical models for prismatic shells with mixed conditions on face surfaces, Bulletin of TICMI, vol.17, No. 2, 2013, 24-48

## MECHANICAL SUPPORTING RING STRUCTURE FOR A CONICAL PARABOLIC REFLECTOR

Konstantine Ckhikvadze, Shota Nizharadze\*\*, Lali Qadjaia\*\*\*

\*Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia, kote\_ch@mail.ru

\*\*Georgian Technical University, Agrarian University of Georgia, Tbilisi, Georgia, qajaia@gmail.com

The talk presents the transforming closed chain system of having breaking stalks, which is falling apart on the tapered surface. The novelty lies on the fact that the original scheme is designed to connect the sections to each other, that doesn't include the existence of additional synchronization elements. So the system is characterized by the natural synchronizing. The kinematic analysis was carried out on structural elements of regular nodes.

The quality of kinematic motion is defined and the locations' function of the lever mechanism is determined. The appropriate mathematical parametric model is built in the calculation program of ANSYS which is maximally close to the real one. Calculations have been made in advance straining in order to study the launched forces in the construction elements. Dynamic characteristics are determined and appropriate changes are made in construction by considering the results of theoretical analysis. Finally there is quite light weight and

rigid system which fully complies with the proposed requirements about antenna technology.

### **References**

1. N.I. Levitski "Theory of Machines and Mechanisms". Moscow, Nauka, 592 p., 1990 (in Russian)
2. Sh. Tserodze, J. Santiago Prowald, van't Klooster C.G.M., E. Logacheva. "Spatial Double Conical Ring-Shaped Reflector for Space Based Application". Proceedings of 33rd ESA Antenna Workshop "Challenges for Space Antenna Systems". 18 - 21 October 2011. ESTEC, Noordwijk, The Netherlands
3. Sh. Tserodze, E. Medzmariashvili, N. Tsignadze, O. Tusishvili, J. Santiago-Prowald, H. Baier, L. Scialino, C.Mangenot. "The structure of conical reflector with v-fold bar's deployable ring". Proceedings of InterNational Scientific Conference "Workshop on large deployable antennas". 2-3 October 2012. ESTEC, Noordwijk, The Netherlands
4. E. Medzmariashvili, Sh. Tserodze, V. Gogilashvili, A. Sarchimelia, K. Chkhikvadze, N. Siradze, N. Tsignadze, M.Sanikidze, M. Nikoladze, G. Datunashvili. "New variant of the deployable ring-shaped space antenna reflector". IOS Press, "Space Communications", An International Journal, Impact Factor: 0.08, #1 (22), 41-48, October 2009, <http://iospress.metapress.com/content/k13638701327>

### **ORDER AND DISORDER**

Guram Gabrichidze

Georgian National Academy of Sciences, Commission for Studying  
the Scientific Problems of Natural Catastrophes, Tbilisi, Georgia,  
[gabrichgur@gmail.com](mailto:gabrichgur@gmail.com)

Our goal is to assess development trends of one of the most important directions of human activity – construction in seismically active regions. Tracing process of origin, formation and development of trends of modern ideology of earthquake engineering, its main elements were revealed, their interrelation is established, reliability of forecasting of seismic stability of constructions is estimated and suggestions for its increase are made.

## **THE USE OF DOUBLE CYLINDRICAL LINKS IN CRANE- TRANSPORT AND MOTO-TRANSPORT MACHINES**

Vazha Gogadze

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, Georgia

Crane-transport and moto-transport working equipments are complex system of area (space), the elements of which are connected with a joint system.

In some mechanisms extra ties (bonds), can be met therefore in the links with linear or corner declining, the mechanism works with a great tension (effort) in the construction.

The above mentioned decreases reliability of the machine. That's why it will be reasonable to creat such mechanisms which are self-regulable and won't couse the strain of construction elements.

## **SOLUTION OF BOUNDARY-VALUE PROBLEMS OF PLATES BY THE VEKUA METHOD FOR APPROXIMATIONS $N = 1$ AND $N = 2$**

Bakur Gulua

Sokhumi State University

I.Vekua Institute of Applied Mathematics

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Tbilisi, Georgia, bak.gulua@gmail.com

In this talk we consider equations of equilibrium of the isotropic elastic plate. By means of Vekua's reduction method, the system of differential equations for plates is obtained, when on upper and lower face surfaces displacements are assumed to be known. Then for finite systems of equations, namely for approximations  $N = 1$  and  $N = 2$ , the general solutions are found. The main problem has been solved.

# **SOME NEW CLASSES OF INVERSE COEFFICIENTS IN NONLINEAR MECHANICS AND COMPUTATIONAL MATERIAL SCIENCE**

Alemdar Hasanoglu (Hasanov)

Izmir University, Izmir, Turkey, alemdar.hasanoglu@izmir.edu.tr

Three classes of inverse coefficient problems arising in engineering mechanics and computational material science are considered. Mathematical models of all considered problems are proposed within the J2- deformation theory of plasticity. The first class is related to the determination of unknown elastoplastic properties of a beam from a limited number of torsional experiments. The inverse problem here consists of identifying the unknown coefficient (plasticity function) in the non-linear differential equation of torsional creep from an experimentally given torque (or torsional rigidity). The second class of inverse problems is related to the identification of elastoplastic properties of a D body from spherical indentation tests. In this case one needs to determine unknown Lamé coefficients in the system of PDEs of non-linear elasticity, from the measured spherical indentation loading curve, obtained during the quasi-static indentation test. In the third model an inverse problem of identifying the unknown coefficient in the non-linear bending equation is analyzed. The boundary measured data here is assumed to be deflections, measured during the quasi-static bending process. An existence of weak solutions of all direct problems is derived in appropriate Sobolev spaces, by using monotone potential operator theory. Then monotone iteration schemes for all the linearized direct problems are proposed. Using strong convergence of solutions and compactness of the set of admissible coefficients, an existence of quasi- solutions of all considered inverse problems is proved. Some numerical results, useful from the points of view of engineering mechanics and computational material science, are demonstrated.

## **References**

Alemdar Hasanov: Some new classes of inverse coefficient problems in non-linear mechanics and computational material science, *Int. J. Nonlin. Mech.*, 46 (2011) 667–684

# ON MODELS OF LAYERED PRISMATIC SHELLS

George Jaiani

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

I.Vekua Institute of Applied Mathematics & Faculty of Exact and Natural  
Sciences, Tbilisi, Georgia, george.jaiani@gmail.com

The present talk is devoted to models for elastic layered prismatic shells. Using Vekua's dimension reduction method [1-3], hierarchical models of two types for elastic  $n$ -layer prismatic shells are constructed. For each layer we construct hierarchical models assuming to be known tractions on the face surfaces of the layered body under consideration and, by both model constructing, calculating the values of displacements there from their Fourier-Legendre expansions (with unknown coefficients) with respect to the thickness variable. For the first ply the values of stresses  $X_{ij}$  and displacements  $u_i$  on the interface between the first and second plies (Interface 1) we calculate from their Fourier-Legendre expansions for the first ply. For one type of hierarchical models for the second ply we construct hierarchical models taking as values of stresses and displacements on Interface 1 their values calculated from their expressions determined for the first ply, while on the interface between the second and third plies (Interface 2) their values are calculated from their Fourier-Legendre expansions for the second ply, and so on. For the last ply we construct hierarchical models taking as values of stresses and displacements on the last Interface  $n-1$  their values calculated from their expressions determined for the penultimate ply. So, for the  $k$ -th,  $k = \overline{2, n-1}$ , ply

$$\begin{aligned}
 & \left( u_j^k, X_{ij}^k v_{ki}^{(+)} \right) (x_1, x_2, h_k(x_1, x_2), t) \\
 &= \left( u_j^{k-1}, -X_{ij}^{k-1} v_{k-1i}^{(-)} \right) (x_1, x_2, h_{k-1}(x_1, x_2), t) \\
 &= \sum_{l=0}^{\infty} (-1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) \left( u_{jl}^{k-1}, -X_{ijl}^{k-1} v_{k-1i}^{(-)} \right) (x_1, x_2, t), \quad k = \overline{2, n-1}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

[where, for fixed  $k$ ,  $(u_{jl}^{k-1}, -X_{ijl}^{k-1} v_{k-1i}^{(-)}) (x_1, x_2, t)$ ,  $k = \overline{2, n-1}$ , become



known after solving the corresponding BVP (IBVP) for the  $k-1$  ply, where  $u_{jl}^k, X_{ijl}^k$  are s.c.  $l$ -th order mathematical moments,  $v_k^{(\pm)}$  are

$$\begin{aligned} & \text{the exterior to } k\text{-th ply normals to the face surfaces } x_3 = h_k^{(\pm)}(x_1, x_2) ] \\ & \left( u_j^k, X_{ij}^k v_{ki}^{(-)} \right) (x_1, x_2, h_k^{(-)}(x_1, x_2), t) \\ & = \sum_{l=0}^{\infty} (-1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) \left( u_{jl}^k, X_{ijl}^k v_{ki}^{(-)} \right) (x_1, x_2, t), \quad k = \overline{2, n-1}, \quad (2) \end{aligned}$$

with unknown  $u_{jl}^k, X_{ijl}^k$ , note that  $h_k^{(+)} = h_{k-1}^{(-)}$ . We rewrite boundary and initial conditions in terms of the above-mentioned moments for each ply. Thus, we get coupled governing systems for the whole structure in the projection of the structure. For each ply, beginning with the first ply, we solve separately BVPs (IBVPs) for the governing systems, written with respect to  $u_{jl}^k, k = \overline{1, n}$ , using, in addition for  $k > 1$ , results obtained for the previous ply. For another type of hierarchical models (see [4]) we take (1), (2) for stresses and

$$u_j^k(x_1, x_2, h_k^{(\pm)}(x_1, x_2), t) = \sum_{l=0}^{\infty} (\pm 1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) u_{jl}^k(x_1, x_2, t), \quad k = \overline{2, n-1}, \quad (3)$$

for displacements. For the last ply  $k = n$  we employ (1) only for stresses and (3). In the  $N$ th approximation (hierarchical model,  $N=0, 1, \dots$ ) we assume all the moments of order  $l > N$  equal zero. The comparative analysis of these two type hierarchical models is carried out.

**Acknowledgment.** The work was supported by the Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF) grant # 30/28.

### References

1. Vekua I.N. On one method of calculating of prismatic shells. (Russian) Trudy Tbilis. Mat. Inst., 21 (1955), 191-259.
2. Vekua I.N. Shell Theory: General Methods of Construction. Pitman Advanced Publishing Program, Boston-London-Melbourne, 1985.
3. Jaiani G. Cusped Shell-like Structures. Springer Briefs. Springer-Heidelberg-Dordrecht-London-New York, 2011.
4. Jaiani G. On a Model of Layered Prismatic Shells. Proceedings of I.Vekua Institute of Applied Mathematics, 63 (2013), 13-24.

# ABOUT ONE VARIANT OF CONSTRUCTION OF APPROXIMATE SOLUTIONS OF SOME BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF MATHEMATICAL PHYSICS

Roman Janjgava

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Tbilisi, Georgia, roman.janjgava@gmail.com

In the report one way of construction the approximate solution of some problems of mathematical physics is offered. By this way some classical and nonlocal two-dimensional problems for Laplace's equation, Helmholtz equation and the elasticity theory equations are solved. The received results are compared to analytical solutions of the corresponding tasks and solutions on the basis of a method of fundamental solutions.

## UNSTEADY SIMULTANEOUS ROTATION PROBLEM OF THE INFINITE POROUS PLATE AND SURROUNDING FLUID WITH ACCOUNT OF MAGNETIC FIELD AND HEAT TRANSFER IN CASE OF VARIABLE ELECTRIC CONDUCTIVITY AND INJECTION VELOCITY

L. Jikidze, V. Tsutskiridze

Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,  
levanjikidze@yahoo.com, b.tsutskiridze@mail.ru

By means of the method of successive approximation there has been studied the unsteady simultaneous rotation problem of the infinite porous plate and surrounding conducting fluid with account of magnetic field and heat transfer with variable electric conductivity

$$\sigma = \sigma_0 \left( 1 - \frac{T}{T_\infty} \right) \text{ and injection velocity } v_w = v_0 \left( 1 - \frac{T}{T_\infty} \right).$$

For the determination of the thickness of the dynamic and thermal boundary layers, differential equations are obtained and written their exact solutions are written for the particular cases when

the injection velocity varies according to different laws and between the thicknesses of a functional dependence of the form  $\delta_T(t) = \gamma\delta(t)$ .

All physical characteristics of the flow are calculated.

### References

1. L. Jikidze, V. Tsutskiridze. Approximate method of the unsteady simultaneous rotation problem of the porous plate and fluid with account of magnetic field and heat transfer. Technical University of Georgia. Transactions. 2008, №2(468), p.60-64.
2. A.S. Thomas, K.K. Cornelius, Study slotted suction boundary layer. Aerospace engineering. 1983, vol.1, №1, p.98-107.
3. L. Jikidze, V. Tsutskiridze. Approximate method for solving unsteady rotation problem on porous plate in the conducting fluid with account heat transfer in case of variable electroconductivity. Several problems of applied mathematics and mechanics. Series: Mathematics Research Developments (e-book), New York, 2013, p.157-164.
4. L. Jikidze, V. Tsutskiridze. Unsteady rotation problem on infinite porous plate in the conducting fluid with account magnetic field and heat transfer in case of variable electric conductivity and injection velocity. Technical University of Georgia. Transactions. 2014, №3(493)

## CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE THIN-WALLED STRUCTURES

Revaz Kakhidze

Shota Rustaveli Batumi State University, Tbilisi, Georgia,  
lali.tibua@mail.ru

The reinforced concrete compound rod – shell class that has an intermediate place between rod structures and shell classes is considered. Thus, at calculation of such structures the deformations and stresses are taken into account that characterize the first, as well as second class.

For the analysis of mode of deformation of considered structure as basis of calculation apparatus variation method of V. Vlasov [1] is accepted together with iteration method and physical models of reinforced concrete.

The essence of this variation method that is grounded on Lagrange – Euler principle [2, 3] is characterized by the following propositions:

- as unknown values are selected functions of displacement that depend on two independent coordinates and that define the state of point in body;

- the nature of displacements change related to one of coordinates will be preliminary defined grounded on certain geometrical hypothesis;

- the thin-walled structures that have infinite large degrees of freedom in-two directions, will be substituted by the design model, that has the finite number of degree of freedom in one direction and infinite large – in other direction .

The equations of general theory of shells will be reduced to ordinary differential equations. Thus, the solution will be obtained by reduction of a two-dimensional problem to a single-dimensional one.

### **References**

1. Vlasov V.V. General theory of shells and its application in engineering. Moscow-Leningrad: Gostekhteorizdat, 1949, -784 p. (in Russian)
2. Mikhailov B.K. Plates and shells with discontinuous parameters. Leningrad: LGU, 1980, -196 p. (in Russian)
3. Mikhailov B. K., Kipiani G.O. Deformability and stability of spatial plate systems with discontinuous parameters, Stroyizdat SPB, Saint Petersburg, 1996, -442 p. (in Russian)

# THE EXAMINATION OF RECTANGULAR IN PLAN SHALLOW SHELLS AND PLATES AT SUPPORTS SETTLEMENT BY CONSIDERATION OF MATERIAL CREEPING

Murad Kalabegashvili\*, Demur Tabatadze\*\*, Kote Iasvili\*\*\*

\* Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,  
muradkalabegashvili@yahoo.com

\*\* Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,  
demuritabatadze@yahoo.com

\*\*\* Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,  
demuritabatadze@yahoo.com

In designing building structures considerable attention is paid to issue of consideration of joint behavior of structure and foundation. Therefore it is interesting to study the influence that undergoes the structure as a result of changes at soil properties. This would be caused due to its wetting, seismic impact, and so on. The mentioned factors lead changes in structure working conditions at operation that would be expressed by the differential settlement of foundation. The settlements cause a change of mode of deformation, location of maximum stressed section and change of values of maximum stresses and deformations. In addition, as issue contains the changing in working conditions of structure under operation, it is necessary to take into consideration the impact of time and environmental conditions on the mechanical properties of material. The differential settlement of foundation will be mentioned that they may have such irregular character that it caused some difficulties in satisfying boundary conditions.

The solutions of the system, analogous to that of Karmann-Vlasov nonlinear differential equations are used. Due to the application of Laplace transformations are plotted the creeping curve expression of accordingly relaxation curve and grounded on it are computed values of maximum bending moment at supports settlements.

A simplified scheme of integrated version of linear method is proposed. The corresponding algorithm and program are developed,

on the basis of which the mode of deformation of rectangular plates, cylindrical and double-curvature shells, settlement of structure sides at different cases were investigated. The corresponding diagrams are plotted.

### References

1. Mikeladze, M. Fundamentals of thin-walled spatial systems analysis. Tbilisi, 1980. p. 255.
2. Shostak R. Operational calculus. Tbilisi, Ganatleba, 1976. p. 384.
3. Ogibalov P.M., Koltunov M.A. Shells and plates. Moscow, 1969. p. 546.
4. Mikeladze, M.Sh. Some tasks of structural mechanics. Moscow-Leningrad, 1948. p. 315.

## THE PLANE PROBLEM OF THE THEORY OF ELASTICITY FOR A POLYGONAL DOMAIN WITH A RECTILINEAR CUT

G. Kapanadze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied  
Mathematics, Tbilisi, Georgia

The plane problem of elasticity for a polygonal domain with a rectilinear cut is considered under the condition that uniformly distributed stretching forces or normal displacements i. e., under the conditions of the third modified problem of elasticity are prescribed on the external boundary of the domain, while the cut edges are free from external forces. For solving the problem, the methods of conformal mappings and those of the boundary value problems of analytic functions are used. Solutions are given effectively (analytically).

## **ON A METHOD FOR DETERMINING THE ELASTIC EQUILIBRIUM OF A CONFOCAL ELLIPTIC RING**

Nuri Khomasuridze<sup>†</sup>, Natela Zirakashvili

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Tbilisi, Georgia, natzira@yahoo.com

Using an analytical (precise) solution of the interior and exterior boundary value problem of elasticity for an ellipse and its corresponding exterior problem a solution of a boundary value problem of elasticity is constructed for a confocal elliptic ring and its parts.

## **PERTUBRATION OF THE ORTHOTROPIC HALF-PLANE UNDER ACTION OF THE LOADING MOVING WITH CONSTANT VELOCITY ALONG THE BOUNDARY**

Gela Kipiani\*, Marina Losaberidze\*\*

\*"Progress in education and Science", Tbilisi, Georgia, gelakip@gmail.com

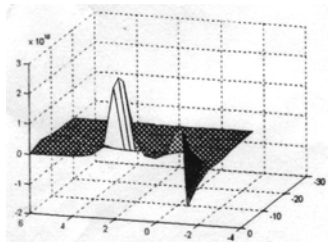
\*\*Georgian Technical University,

Mindeli Mining Mechanics Institute, Tbilisi, Georgia,

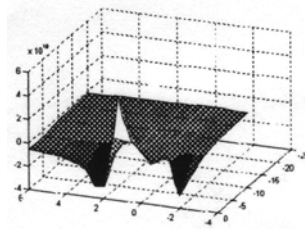
marinalosaberidze@rambler.ru

The boundary-contact problem of elasticity theory is considered, in the case when on the orthotropic half-plane boundary of certain shape move at a constant speed stamps.

The mentioned contact problem is reduced to a mixed type boundary value problem of elasticity theory. Displacement vector and stress tensor components are presented by two analytic functions. For them the boundary conditions are written down, which lead to the Dirichlet problem, whose solution obtained due to the Schwartz integral. Analytically design formulae for stress and displacement components are obtained and on time dependence diagrams for the sum of normal stresses and shear stress modulus are constructed (see Fig. 1, 2).



**Fig. 1.**  $\sigma_x + \sigma_y$



**Fig. 2.**  $\tau_{xy}$

Based on the analysis of obtained results it can be concluded that the mode of deformation of an elastic orthotropic half-plane essentially depends on the physic-mechanical properties, of a half-space as well as configuration of moving at boundary stamps and physic-mechanical properties. The obtained results would be used a variety of structures that arise in contact area, as well as for studying the stress state in the body itself and dynamic interaction processes in the drilling machines and rock.

**ON THE TERMOOSCILLATIONS OF BEFOREHAND  
STRESSED SHELLS OF REVOLUTION, CLOSE BY THEIR  
FORM TO CYLINDRICAL ONES, WITH AN ELASTIC  
FILLER**

S. Kukudzhанov

A. Razmadze Mathematical Institute

kotic13@mail.ru

We investigate the eigen oscillations of shells of revolution, which by their form are close to cylindrical ones with an elastic filler and under the action of normal pressure and heating. The shell is assumed to be thin and elastic. The temperature is uniformly distributed in the body of the shell. The light and sliding type filler is considered. The filler is modeled by the Winkler's base. The shells of positive and negative Gaussian curvature are considered. In dimensionless form we present formulas and universal curves of



dependence of lowest frequencies and form of wave formation on temperature, rigidity of an elastic filler, preliminary stresses, on sign of Gaussian curvature and amplitude of a shell deviation from a cylindrical form.

## ON THE CONSTRUCTION OF THE ALGORITHM OF THE NUMERICAL COMPUTATION FOR ONE-DIMENSIONAL HIERARCHICAL MODEL OF CUSPED PRISMATIC SHELLS

B. Maistrenko, J. Rogava, K. Shashiashvili.

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied  
Mathematics, Tbilisi, Georgia, jermal.rogava@tsu.ge

We consider the following equation:

$$\rho h_1(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left( h_1(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

where  $Q_T = ]0, 1[ \times ]0, T]$ ,  $h_1(x) = h_0 x^\alpha$ ,  $h_0 > 0$ ,  $0 < \alpha < 1$ ;  $\rho$  is a positive constant;  $f(x, t)$  is a sufficiently smooth function.

The equation (1) represents the particular case of the initial approximation for hierarchical models of cusped prismatic shells (see [1]). It is obvious that due to the term  $h_1(x)$  the given equation is degenerate and this creates an obstacle for its numerical realization. Rewrite the equation (1) in the following form

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \lambda_0(x) \frac{\partial u}{\partial x} + h_1^{-1}(x) f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (2)$$

where  $\lambda_0(x) = \frac{h_1'(x)}{h_1(x)} = \frac{\alpha}{x}$ .

Let us pose the classical initial-boundary value problem for the equation (2)

$$u(x, 0) = \varphi_0(x), \quad u'(x, 0) = \varphi_1(x), \quad (3)$$

$$u(0, t) = \alpha_0(t), \quad u(1, t) = \alpha_1(t). \quad (4)$$

We assume that the consistency conditions are valid ( $\varphi_0(0) = \alpha_0(0)$ ,  $\varphi_0(1) = \alpha_1(1)$ ).

We can solve the problem (2)-(4) by finite difference method, however there is an important point, which should be taken into account.

It concerns the degenerate term containing the first order derivative. If we replace the first order derivative by the central difference formula, which is the second order accuracy, then due to degeneracy the one order will be lost in the neighborhood of zero. Therefore it is desirable to use the finite difference formulas of the third order of accuracy to approximate the first order derivative. After taking into account this remark, we get the following finite difference system of equations:

$$\begin{aligned} \mathcal{N}_{i+1}^{k+1} - (2\gamma + \rho)u_i^{k+1} + \mathcal{N}_{i-1}^{k+1} &= \tilde{f}_i^k, \quad i = 1, \dots, n-1, \\ i &= 1, \dots, n-1, \quad k = 1, \dots, m, \end{aligned} \quad (5)$$

where  $\tau = T/m$  is the time step and  $h = 1/n$  - is the mesh size (with respect to spatial variable),  $n > 1$  and  $m > 1$  are integers;  $x_i = ih$  and  $t_k = k\tau$  are grid points;

$$\begin{aligned} u_0^{k+1} &= \alpha_0(t_{k+1}), \quad u_n^{k+1} = \alpha_1(t_{k+1}), \quad \gamma = \frac{\tau^2}{2h^2}, \\ \tilde{f}_i^k &= -2\rho u_i^k - w_i^{k-1} - \tau^2(\lambda_0(x_i)\tilde{u}_i^k + h_1^{-1}(x_i)f(x_i, t_k)), \\ w_i^k &= \mathcal{N}_{i+1}^k - (2\gamma + \rho)u_i^k + \mathcal{N}_{i-1}^k, \\ \tilde{u}_i^k &= \frac{1}{6h}(-2u_{i-1}^k - 3u_i^k + 6u_{i+1}^k - u_{i+2}^k), \quad i = 1, \dots, n-2, \\ \tilde{u}_{n-1}^k &= \frac{1}{6h}(u_{n-3}^k - 6u_{n-2}^k + 3u_{n-1}^k + 2u_n^k). \end{aligned}$$

We solve the system (5) by factorization method. We note that the stability conditions are fulfilled automatically.

The numerical computations based on the proposed algorithm give sufficiently good approximations for the different model problems.

**Acknowledgment.** The research has been funded by the Grant of Shota Rustaveli National Science Foundation (# D-13/18).

### **References**

1. G. Jaiani, Cusped Shell-like Structures, Springer Briefs, Springer-Heidelberg- Dordrecht-London-New York, 2011

## **ALGORITHMS AND COMPUTER SOFTWARE FOR DISCHARGE HYDRAULIC TRANSPORT SYSTEMS SAFE OPERATION FOR DEFINITION OF OPTIMAL VALUES OF MECHANICAL-PNEUMATIC DAMPERS OPERATIONAL AND CONSTRUCTION PARAMETERS**

L. Makharadze, M. Losaberidze, S. Steriakova

Mindeli Mining Mechanics Institute, Georgian Technical University,

Tbilisi, Georgia, marinalosaberidze@rambler.ru

marinalosaberidze@rambler.ru, marinalosaberidze@rambler.ru

In this talk we consider non-shallow spherical shells [1]. By means of I. Vekua method a two-dimensional system of equations is obtained. Using the method of the small parameter, approximate solutions of I. Vekua's equations is constructed. The small parameter  $\varepsilon = h/R$ , where  $2h$  is the thickness of the shell,  $R$  is the radius of the sphere. Using complex analysis, a concrete problem has been solved, when the components of the external force are constants.

## **ON THE REFINED THEORIES OF ELASTIC PLATES**

Tamar Meunargia  
Sokhumi State University  
Tbilisi, Georgia, tengiz.meunargia@viam.sci.tsu.ge

In the present talk the solutions of the Kirsch's type problems are considered by means of different refined theories (E. Reissner, A. Lourie, I. Vekua). The obtained results are compared with each other.

## **ON THE NONLINEAR THEORY OF NON-SHALLOW SHELLS**

Tengiz Meunargia  
I.Vekua Institute of Applied Mathematics of  
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University,  
Tbilisi, Georgia, tengiz.meunargia@viam.sci.tsu.ge

I. Vekua has suggested several methods for the construction of the linear theory of shallow shells.

In this talk using Vekua's reduction method the 2-D system of equations for the nonlinear theory of non-shallow shells is obtained. By means of the method of a small parameter for any approximations of order  $N$  the complex representation of general solution is obtained. For the approximations  $N = 1, 2, 3$  the general solutions are written out in an explicit form and some boundary value problems are also considered.

# THE MOVEMENT OF THE EARTH: ANALYTICAL AND NUMERICAL SIMULATIONS

Wolfgang H. Müller

Technische Universität Berlin, Institut für Mechanik, LKM, Einsteinufer 5,  
13591 Berlin, Germany, wolfgang.h.mueller@tu-berlin.de

Mechanical models describing the motion of the Earth's axis, i.e., its spin, nutation and its precession, have been presented for more than 400 years. Newton himself treated the problem of the precession of the Earth, a.k.a. the precession of the equinoxes, in Liber III, Propositio XXXIX of his Principia [1]. He decomposes the duration of the full precession into a part due to the Sun and another part due to the Moon, to predict a total duration of ca. 26000 years. This agrees fairly well with the experimentally observed value. However, Newton does not really provide a concise rational derivation of his result. This task was left to Chandrasekhar in Chapter 26 of his annotations to Newton's book [2]. He follows an approach suggested by Scarborough [3] starting from Euler's equations for the gyroscope and calculating the torques due to the Sun and to the Moon on a tilted spheroidal Earth. These differential equations can be solved approximately in an analytic fashion, yielding Newton's result. However, they can also be treated numerically using a Runge-Kutta approach allowing for a study of their general non-linear behavior. This paper will show how and explore the intricacies of the numerical solution. A comparison of the actual to actual measurements will also be attempted.

When solving the Euler equations for the aforementioned case numerically it turns out that besides the precessional movement of the Earth's axis there is also a nutation present. However, the period of this nutation turns out to be roughly half a year with a very small amplitude whereas the observed (main) nutational period is much longer, namely roughly nineteen years, and much more intense amplitude-wise. The reason for this discrepancy is based on the assumption that the torques of both the Sun and the Moon are due to gravitational actions within the equinoctial plane. Whilst this is true for the Sun, the revolution of the Moon around the Earth occurs in a

plane which is inclined by roughly  $5^\circ$  w.r.t. the equinoctial. If this is taken into account the predicted nutation period will be of the order of the observed value [4], [5]. As in the case of the precession we will provide a stringent analysis based on a numerical solution of the Euler equations, which is in contrast to Section 12.10 of [5].

### References

1. Koyré, A., Cohen, I.B., Whitman, A. *Isaac Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, the third edition (1726) with variant readings*. Volume I / II, Cambridge at the University Press 1972
2. Chandrasekhar, S. *Newton's Principia for the common reader*. Clarendon Press Oxford 1995
3. Scarborough, J.B. *The gyroscope: Theory and applications*. Interscience Publishers 1958
4. Urbassek, H.M. Precession of the Earth-Moon system. *Eur. J. Phys.* 2009, **30**, pp. 1427-1433
5. Fitzpatrick, R. *Newtonian Dynamics*. ebookbrowse, <http://ebookbrowse.net/richard-fitzpatricknewtonian-dynamics-pdf-d252403265>

## REGULARITY OF SOLUTIONS TO MIXED INTERFACE CRACK PROBLEMS

David Natroshvili

I.Vekua Institute of Applied Mathematics,

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Department of Mathematics, Georgian Technical University

Tbilisi, Georgia, natrosh@hotmail.com

We investigate regularity properties of solutions to mixed boundary value problems for the system of partial differential equations associated with the theory of thermo-piezoelectricity (thermo-electro-elasticity) of piecewise homogeneous anisotropic elastic solid structures with interior and interface cracks. Using the potential method and theory of pseudodifferential equations we

prove the existence and uniqueness of solutions. The singularities and asymptotic behaviour of the thermo-mechanical and electric fields are analyzed near the crack edges and near the curves, where different types of boundary conditions collide. In particular, for some important classes of anisotropic media we derive explicit expressions for the corresponding stress singularity exponents and demonstrate their dependence on the material parameters. The questions related to the so called oscillating singularities are analyzed in detail as well.

The contribution extends the results obtained in the reference [1] to more complex problems.

### References

1. T. Buchukuri, O. Chkadia, D. Natroshvili, Mixed boundary value problems of thermopiezoelectricity for solids with interior cracks, *Integral Equations and Operator Theory*, 64(4): 495-537 (2009).

## **EQUIVALENT REPRESENTATION OF SOME BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF LINEAR ELASTICITY BY MEANS OF SUPERPOSITION OF RELATIVELY SIMPLE BOUNDARY VALUE PROBLEMS**

G. Nozadze\*, M. Losaberidze\*, N. Khomasuridze<sup>†\*\*</sup>,

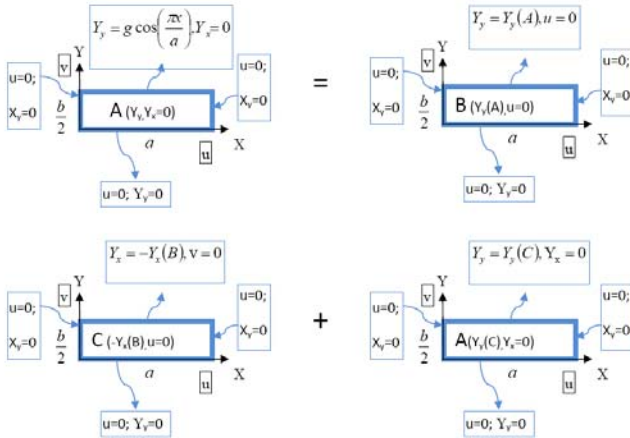
\* G. Tsulukidze Mining Institute, Tbilisi, Georgia

\*\*Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Tbilisi, Georgia

As is known, the analytical solutions of boundary value problems of linear elasticity can not be obtained in the general formulation of the problem. It should also be noted that in the linear theory of elasticity a special class of boundary value problems can be marked for which considered the boundary value problem can be represented as the sum of several other equivalent boundary value problems.

In this work, an example of a two-dimensional boundary problem of linear elasticity is given, which shows the possibility of presenting the considered problem of elasticity by using the sum of

equivalent to other boundary problems. Necessary, to this end, restrictions on boundary conditions of the original and auxiliary problems are established.



**Fig. 1** Representation of two-dimensional boundary problem of linear elasticity by using the sum of equivalent to other boundary problems.

## ON THE NUMERICAL SOLUTION OF CONTACT PROBLEM FOR POISSONS AND KIRCHHOFF EQUATION SYSTEM

Archil Papukashvili, Jemal Rogava, Zurab Vashakidze  
 Iv. Javakhishvili Tbilisi State University  
 I.Vekua Institute of Applied Mathematics  
 & Faculty of Exact and Natural Sciences  
[apapukashvili@rambler.ru](mailto:apapukashvili@rambler.ru), [archil.papukashvili@tsu.ge](mailto:archil.papukashvili@tsu.ge),  
[jemal.rogava@tsu.ge](mailto:jemal.rogava@tsu.ge), [zurab.vashakidze@gmail.com](mailto:zurab.vashakidze@gmail.com)

As is known, definition of the stressed-deformed condition for designs having difficult geometry is an actual problem. Constuction,



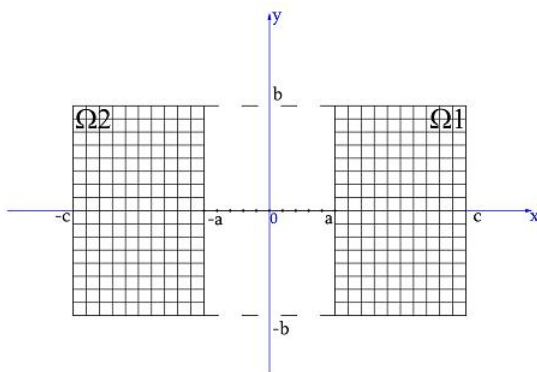
research and computer realization of corresponding algorithms of numerical calculations are also actual.

In this paper some “bridge-form” multystructures studied (see Fig.1) having complicated geometry stress-deformed state. Particularly the boundary-contacted problem is considered. Two rectangle form membranes are united by a string; We consider classic linear boundary problems for membranes (Poissons equation), but for string nonlinear Kirchhoff type integro-differential equation (see, for example [1], [2]).

Numerical methods (finite-difference methods) for studying the above – stated multistructural is stressed – deformed condition are used. Direct numerical methods are used for finding the function of a bend in central points, and the iterative method is applied to definition of numerical values of function of a bend of a string for the approached decision of nonlinear equation of Kirchhoff type.

The account program in MATLAB is created and numerical experiments are made.

**Acknowledgment.** The designated protect has been fulfilled by financial support of the Rustaveli Science Foundation (Grant project # 30/28).



**Fig. 1**

### References

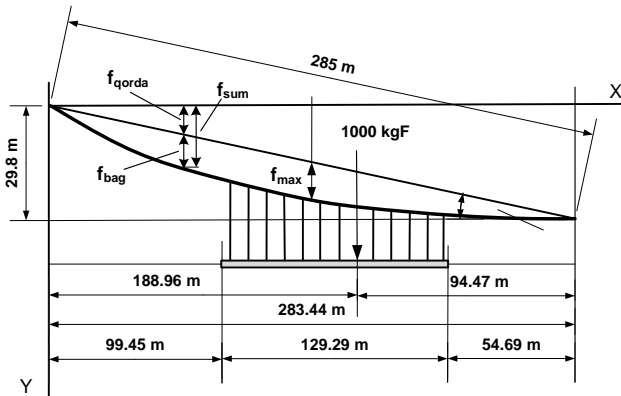
1. Kirchhoff G. Vorlesungen uber Mechanik. Teuner, Leipzig, 1883.
2. Peradze J. A numerical algorithm for the nonlinear Kirchhoff string equation. Numer. Math. 2005, 102, pp. 311-342.

## SOME ISSUES OF MODELING AND CALCULATION OF CABLE-ROD STRUCTURES

D. Pataraiia, E. Tsotseria, A. Kartvelishvili, R. Maisuradze  
G. Tsulukidze Mining Institute

Some actual issues of modeling and calculation of cable-rod structure is considered on the basis of a discrete model. Particularly: calculation of a rod, mounted by both sides in a rack shaped mode located in the gravity field. For the purpose of checking the reliability of the results this task has been solved using the standard software (LIRA 9.6) based on the method of finite element.

Besides the above mentioned task, on the basis of both approaches the complicated real cable-rod structure – cable suspended bridge has been studied and calculated (see drawing).



The results of conducted researches as well as the checking of these results on the laboratory stand give the basis to conclude, that the proposed approach is competitive and perspective while modeling and calculating complicated cable-rod objects.

# THE ERROR OF A SOLUTION OF A NONLINEAR STATIC BEAM PROBLEM

Jemal Peradze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Georgian Technical University,  
Tbilisi, Georgia, j\_peradze@yahoo.com

Let us consider the nonlinear differential equation

$$u^{iv}(x) - m \left( \int_0^L u'^2(x) dx \right) u''(x) = f(x), \quad (1)$$

$$0 < x < L, \quad m(\lambda) \geq \text{const} > 0, \quad 0 \leq \lambda < \infty,$$

with the boundary conditions

$$u(0) = u(L) = 0, \quad u''(0) = u''(L) = 0. \quad (2)$$

Equation (1) is the stationary problem associated with the equation  $u_{tt} + u_{xxxx} - \left( c_0 + c_1 \int_0^L u_x^2 dx \right) u_{xx} = 0$ , which was proposed by Woinowsky-Krieger as a model for the deflection of an extensible dynamic beam.

For the solution of problem (1), (2), existence of which is shown, a numerical algorithm is constructed. To solve the system of nonlinear equations obtained as a result of the application of the Galerkin method we use the Newton iteration process. A theorem of the algorithm total error is proved.

Besides we consider more general than (1) beam equation

$$u^{iv}(x) - m \left( \int_0^L u'^2(x) dx \right) u''(x) = f(x, u), \quad (3)$$

$$0 < x < L, \quad m(\lambda) \geq \text{const} > 0, \quad 0 \leq \lambda < \infty.$$

Problem (3), (2) is reduced to an equivalent nonlinear integral equation which is solved by the iteration method. The convergence of the iteration method is established and the error estimate is obtained.

# **ON THE INSTABILITY AND TRANSITION TO TURBULENCE OF FLOWS BETWEEN PERMEABLE CYLINDERS**

Luiza Shapakidze  
A. Razmadze Mathematical Institute  
of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

In connection with the filtration problems in this report the author presents investigations of some concrete problems of the theory of hydrodynamic stability which are closely related to turbulence.

Namely,

(a) For permeable cylinders, it is stated that the main stationary flow after the loss of stability is replaced by a new stationary or oscillatory time-dependent flow. Instability and transition to more complicated regimes are investigated.

(b) Instability and chaotic regimes, arising after the loss of stability of a viscous heat-conducting flow, between the rotating permeable cylinders heated up to different temperatures are investigated. The sufficient conditions for stationary bifurcation are found.

(c) The questions connected with the flow stability between porous cylinders are considered in the case, where the flow is under the action of radial and transversal pressure. The quasi-periodic flows arising after successive bifurcation of the main flow are studied.

(d) Secondary flows and their bifurcations are investigated when the flow between the permeable cylinders is under the action of radial and axial pressure gradients.

## **THE SOLUTION OF CONTACT PROBLEMS OF VISCOELASTICITY FOR PLATES WITH ELASTIC INCLUSION**

Nugzar Shavlakadze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University Razmadze Mathematical  
Institute, Tamarashvili St.6, Tbilisi, Georgia, [nusha@rmi.ge](mailto:nusha@rmi.ge)

The effective solutions are constructed for integro-differential equations related to the contact problems of viscoelasticity about interaction of an elastic thin finite inclusion with the plane, when the inclusion and plane materials possess the creep property. If the geometric parameter of the inclusion is changed along its length according to the parabolic and linear law we can manage to investigate the obtained boundary value problems of the theory of analytic functions, to get exact solutions and to establish behavior of unknown contact stresses at the ends of elastic inclusion.

## **SOLUTION OF BVPs IN THE FULL COUPLED THEORY OF ELASTICITY FOR A SPHERE WITH DOUBLE POROSITY**

Ivane Tsagareli, lamara Bitsadze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied  
Mathematics, Tbilisi, Georgia, [i.tsagareli@yahoo.com](mailto:i.tsagareli@yahoo.com),  
[lamarabitsadze@yahoo.com](mailto:lamarabitsadze@yahoo.com)

The purpose of this talk is to consider the three-dimensional version of the full coupled theory of elasticity for solids with double porosity [1] and to solve explicitly the Dirichlet and Neumann BVPs of statics in the full coupled theory for a sphere and for an elastic space with spherical cavity. The explicit solutions of these BVPs are represented by means of absolutely and uniformly convergent series.

## References

1. Khalili N., Valliappan S.: Unified theory of flow and deformation in double porous media, *European Journal of Mechanics, A/Solids*, **15**, 321-336 (1996).
2. Svanadze M. The boundary value problems of the full coupled theory of poroelasticity for materials with double porosity, *PAMM, Proc. Appl. Math.* **12**, 279-282, DOI 10.1002/pamm.201210130.
3. Basheleishvili M, I.Tsagareli, Effective solution of the basic BVPs of the elasticity theory for a sphere, *Bull.of the Acad of Sciences of the Georgian SSR*, 108, N 1, 41-44 (1982).
4. Basheleishvili M, Bitsadze L The basic BVPs of the theory of consolidation with double porosity for the sphere. *Bulletin of TICMI*, vol.**16**, No. 1, 15-26 (2012).
5. Basheleishvili M., Bitsadze L., Solution of the third and fourth BVPs of the theory of consolidation with double Porosity for the sphere, *Seminar of I.Vekua Institute of Applied Mathematics, reports*, **36-37**, 5-15 (2010-2011).

## AN ERROR OF THE ITERATION METHOD FOR A BALL NONHOMOGENEOUS BEAM EQUATION

Zviad Tsiklauri

Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

zviad\_tsiklauri@yahoo.com

We consider the initial boundary value problem for nonlinear integro-differential equation describing dynamic behavior of a beam [1]

$$\begin{aligned}
 & u_{tt}(x,t) + \delta u_t(x,t) + \gamma u_{xxxx}(x,t) + \alpha u_{xxx}(x,t) - \\
 & - \left( \beta + \rho \int_0^L u_x^2(x,t) dx \right) u_{xx}(x,t) - \sigma \left( \int_0^L u_x(x,t) u_{xt}(x,t) dx \right) u_{xx}(x,t) = \\
 & = f(x,t), \quad 0 < x < L, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u(x, 0) &= u^0(x), & u_t(x, 0) &= u^1(x), \\ u(0, t) = u(L, t) &= 0, & u_{xx}(0, t) = u_{xx}(L, t) &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

where  $\alpha, \gamma, \rho, \sigma, \beta$  and  $\delta$  are the given constants, among which the first four are positive numbers, while  $u^0(x)$  and  $u^1(x)$  are sufficiently smooth given functions.

Using a projection method and a symmetric difference scheme, the solution is approximated with respect to a spatial and a time variable. Thus the problem is reduced to a system of nonlinear discrete equations which is solved by the iteration method. The convergence of the iteration process is proved.

The particular case of problem (1), (2) was stated in [2].

### References

1. J. M. Ball, Stability theory for an extensible beam. *J. Differential Equations* **14** (1973), 399-418.
2. G. Papukashvili, J. Peradze, Z. Tsiklauri, On a stage of a numerical algorithm for a Timoshenko type nonlinear equation. *Proc. A. Razmadze Math. Inst.* **158** (2012), 67-77.

# ON THE APPLICATION OF COMPLEX AND NUMERICAL ANALYSES FOR SOME MODELS CORRESPONDING TO KÁRMÁN TYPE REFINED THEORIES

Tamaz Vashakmadze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Tbilisi, Georgia, tamazvashakmadze@gmail.com

In this talk we consider 2Dim mathematical models, corresponding to the 3Dim non-linear theory of elasticity for anisotropic thin-walled structures. The boundary value problems for von Kármán type systems of 2Dim partial integro-differential equations with Monge-Ampere operators and Poisson brackets represent e.g. the same models. An attempt of applying some schemes of the theory of analytical and generalized analytical functions and projective methods will be given.

**Acknowledgment.** This work was supported by Rustaveli Science Foundation (Grant No. 30/28) and budget of I.Vekua Institute of Applied Mathematics.



**ენტროპიის წარმოშობის დიფერენციალური  
ბანტოლება ღია სისტემებისათვის, როგორც  
წონასწორული გარემოდან ენერჯის მიღების  
თეორიული საფუძველი**

ამირან აფციაური  
ქუთაისის ეროვნული სასწავლო უნივერსიტეტი, ქუთაისი,  
საქართველო, a.aptiauri@mail.ru

ნაშრომში, მასის, ენერჯის და მოძრაობის რაოდენობის შენახვის განტოლებების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ენტროპიის წარმოშობის დიფერენციალური განტოლების ინტეგრირება ღია და დახურული სისტემებისათვის რადიკალურად განსხვავებულ შედეგებს იძლევა. კერძოდ, თუკი დახურულ სისტემებში პროცესები მიმდინარეობენ მხოლოდ ენტროპიის ზრდით, ღია სისტემებში მასის ნაკადის გასწვრივ მზარდი თბური ნაკადის წარმოშობას მოსდევს ენტროპიის შემცირება, რაც ეწინააღმდეგება ენტროპიის პერმანენტული ზრდის აღიარებულ პრინციპს. ჩამოყალიბებულია Ge-თეორემა, რომელიც წონასწორული გარემოს სითბოს ხარჯზე სასარგებლო ენერჯის მიღების ფუნდამენტურ პრინციპს წარმოადგენს. დასაბუთებულია, რომ ტორნადოს ტიპის ბუნებრივი მოვლენების გასაოცარი მდგრადობა განპირობებულია იმით, რომ, ტურბულენტური ნაკადის დიდი ეფექტური თბოგამტარობა წარმოშობს ძლიერ გამწოვ ეფექტს. მიუხედავად იმისა, რომ, მცირე მასშტაბების დანადგარებში ხსენებული ეფექტის დაფიქსირებას ხელს უშლის ხახუნის (სიბლანტის) შედარებით დიდი ხვედრითი წილი, ნაშრომი ადასტურებს თანამედროვე თერმოდინამიკის კანონების გადახედვის აუცილებლობას.

**ლიტერატურა**

1. Лойцянский Л.Г. – Механика жидкости и газа. Главная редакция физико-математической литературы издательства “Наука”, издание третье, переработанное и дополненное, 1970, - 903 стр.

## საქართველოში მშენებლობაში გამოყენებული ანტიისემური ღონისძიებები

მალხაზ ბედიაშვილი\*

\*საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, თბილისი,  
საქართველო, mabedi@mail.ru

საქართველო მოქცეულია მაღალი სეისმურობის ინტენსივობის ზონაში. მიწისძვრის ზემოქმედებით, საუკუნეების მანძილზე, ინგრეოდა და ზიანდებოდა მრავალი კულტურული და კულტური ნაგებობა. ამაზე მეტყველებს ის მრავალი ცნობა დამანგრეველი მიწისძვრების შესახებ, რომელიც ისტორიამ შემოგვინახა და თანამედროვე მეცნიერების მიერ, თანამედროვე ტექნიკის გამოყენებით, შესწავლილი და გამოქვეყნებულია.

საქართველოს ძველი დედაქალაქის – მცხეთა ძალზედ მრავალფეროვანი ძეგლია: იგი შეიცავს მრავალ არქიტექტურულ ნაგებობას, რომლებიც მოწმობენ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე II-IV საუკუნეებიდან მოყოლებულ აქ განსორცოვლებულ მნიშვნელოვან ანტიისემურ ღონისძიებებზე.

ქალაქი-მუზეუმის, მცხეთის მემკვიდრეობა შეტანილია მსოფლიო მემკვიდრეობის ნუსხაში მისი ცალკეული ძეგლების – სცეტიცხოვლის, ჯვრის, სამთავროს, თუ არმაზციხის სახით.

ჩვენ საშუალება გვაქვს გავეცნოთ წერილობით ცნობებს VIII-IX, XI, XII საუკუნის მიწისძვრების შესახებ. უფრო ადრინდელი წერილობითი ცნობები მიწისძვრების შედეგების შესახებ ჩვენ ვერ მოვიპოვეთ.

მაგრამ ის ანტიისემური ღონისძიებები, რომლებიც დღემდე შემორჩენილ წარმართულ თუ ქრისტიანულ ძეგლებზე, თუ მათ ნანგრევებზე შემორჩა, ნათლად მეტყველებს, რომ ქართველთა წინაპრები საკმარისზე კარგად იცნობდნენ დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგებს და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხებს.

ასე მაგალითად, ჯერ კიდევ IV საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე ბაგინეთის ციხელაქალაქში გამოიყენე-

ბა ე.წ. “მთლიანი სარტყელი” ანუ “ჯაჭვეური სარტყელი”. ეს ჩვენს ხელთ არსებული უძველესი ანტი-სეისმური ღონისძიება იყო.

დიდი ხნით ადრე მანამ ნაგებობათა წყობაში გამოიყენებოდა კირის ხსნარი, ჩვენს წინაპრებს კარგად აუთვისებიათ ე.წ. “მშრალი წყობა”-სუფთად დათლილი კვადრებით (ქვის ბლოკები). ამასთან გამოიყენებოდა საინტერესო, ფრიად ორიგინალური ხერხი (მეთოდი) – კვადრი ჭდობით, “კბილით”, რომელიც წყობის ნაკერის გაწყვეტის საწინააღმდეგოდ იხმარებოდა.

ანტი-სეისმური ღონისძიებების მომდევნო ეტაპს უნდა წარმოადგინეს ე.წ. “მერცხლის კუდი”, რომელშიც უკვე ლითონი მონაწილეობს.

წყობის გადაბმის ეს წესი ჯერ კიდევ II საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე გამოიყენებოდა.

თითოეულ მოსაზღვრე ქვაში ამოითლებოდა ე.წ. “მერცხლის კუდი”, სიგრძით დაახლოებით 12 სმ, სიგანით 8-9 სმ, “ყელის სიგანე 5-6 სმ, ხოლო სიღრმე 2-4 სმ.

ამ წარმოქმნილ სიღრმეში ჩაისხმებოდა ხოლმე გაცხელებული ტყვია, ან იდებოდა ლითონის ფირფიტა, იშვიათად მაგარი ჯიშის ხეც.

წყობის რღვევის თავიდან აცილების მიზნით, გამოიყენებოდა ახალი ლითონის ფირფიტები, რომლებიც წყობის კორიზონტალურ ნაკერებში იდებოდა. ამის მაგალითია მცხეთის ტაძრები.

გარდა აღნიშნულისა, ხშირად გამოიყენებოდა ხის ანტი-სეისმური სარტყელები, რომლებიც ხშირად 30 სმ-მდე დიამეტრს აღწევდნენ, შემორჩენილია მაგალითად VII საუკუნის სიონის ტაძარში, თბილისში.

ზემოთხამოთვლილი და სხვა მრავალი ანტი-სეისმური ღონისძიება გვიჩვენებს, რომ ქართველ მშენებლებს, ოსტატებს, ხუროთმოძღვრებს დამანგრეველმა მიწისძვრებმა ასწავლა ასეთ მეთოდებს დაუფლებოდნენ, რომ მათ შემდგომ შთამომავლებს დარჩენოდათ მათი ხელით ნაგები თვალთუქმნელი.

**რიცხვითი მეთოდები წრფივი ალგებრის  
ბანტოლებსთვის**

რამაზ ბოჭორიშვილი  
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა  
ფაკულტეტი, თბილისი, საქართველო

განხილულია განტოლება კონსერვატიული და არაკონსერვატიული ფორმით. სიზუსტის გასაზრდელად შემოტავაზებულია ორი ახალი მიდგომა. ერთი მათგანი ეფუძნება ბარიცენტრული გაწარმოების ფორმულას სწრაფი მაღალი რიგის სქემების ასაგებად, ხოლო მეორე მიდგომა ეხება ბადის გახშირების ალგორითმებს სხვადასხვა სიზუსტის სქემების გამოყენებით. დამტკიცებულია რიცხვითი სქემების კრებადობა. შემუშავებული მეთოდების გამოყენების მაგალითად განხილულია გატუტყყიანების გადატანა და მონაცემთა ვარიაციულ ასიმპლაცია. შემუშავებული მეთოდების სიზუსტე ნაჩვენებია ტესტური ამოცანების გათვლით.

**ზღვის სანაპირო ზოლის დინამიკის რიცხვითი  
მოდელირება და მისი საინჟინრო ასპექტები**

ამირან ბრეგვაძე, ლალი სიჭინავა,  
თენგიზ ჭანტურია  
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი,  
საქართველო, [amiranibregvadze@gmail.com](mailto:amiranibregvadze@gmail.com),

თანამედროვე პირობებში სულ უფრო მკაფიოდ დგება ნაპირების ტალღების დამანგრეველი მოქმედებისგან დაცვის პრობლემა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გასატარებელია მეცნიერულ საფუძველზე დამყარებული სწორი გარემოს დაცვითი ღონისძიებები. ბოლო დროს საინჟინრო აზროვნება სულ უფრო ხდება ბუნებაზე ორიენ-

ტირებული, რის გამოც ახალი ტექნოლოგიები წარმოგვიდგება, როგორც გარემოს დაცვის ეფექტური საშუალება, და ამგვარ ტექნოლოგიად წარმოგვიდგება ACETube – ტექნოლოგია, რომელმაც ამჟამად მნიშვნელოვანი გამოყენება ჰპოვა ზღვის სანაპირო ზოლის ადღენა-გამაგრების პრობლემის გადაწყვეტაში. ACETube მასალის დრეკადობა უზრუნველყოფს უზრუნველყოფს სხვადასხვა ფორმისა და შედგენილობის ფსკერის რელიეფთან მის ადაფტირებას. ქვიშით ამოვსებული ACETube ეფექტურად გამოიყენება ჰიდროინჟინერიაში.

წინამდებარე სტატიაში განხილულია ზღვის სანაპირო პროცესების მათემატიკური მოდელირების მეცნიერულად დასაბუთებული გამოყენება ზღვის სანაპირო ზოლის დაცვა-ადღენისთვის.

ACETube ტექნოლოგიის საფუძველზე საინჟინრო დონისძიებების (4;5;6) დასახვა და გატარება სანაპირო ზოლის ადღენისთვის უადრესად ეფექტურია.

## ლიტერატურა

1. Chan, E.S. and Sanniraj, S.A. Application of Ocean Wave Prediction Model to China Sea., The 6th OMISAR Workshop on Ocean Models, Beijing, China, 2012.
2. Nam, P.T., Larson, M., 2010. Model of nearshore waves and wave-induced currents around a detached breakwater. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* 136(3), 156-176.
3. Larson, M., Camenen, B., Nam, P.T. 2010. A unified sediment transport model for inlet application. *Journal of Coastal Research* (in press).
4. Брегвадзе А.В., Сагинадзе И.С. Моделирование литодинамических процессов в прибрежной зоне. II Международная конференция “Неклассические задачи механики”. 6-8.10.2012. Кутаиси, Грузия.
5. Krystian W. Pilarczyk, DESIGN ASPECTS OF GEOTUBES AND GEOCONTAINERS, Zoetermeer, Netherlands 30 January 1996
6. Lake Wister Water Quality, Bathymetry, and Restoration Alternatives, U.S. Army Corps of Engineers, Tulsa District, Oklahoma Water Resources Board, Final Draft Report September 2003

## წესრიგი და უწესრიგობა

გურამ გაბრიჩიძე

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია,  
ბუნებრივი კატასტროფების სამეცნიერო პრობლემების შემსწავლელი  
კომისია, თბილისი, საქართველო, gabrichgur@gmail.com

მოსსენება ეხება მშენებლობის საკითხს სეისმურად აქტიურ რეგიონებში. ამ პროცესის მოდელირებისას შევეცადეთ გამოგვეყო მისი მთავარი ელემენტები, დაგვედგინა მათი ურთიერთკავშირები და მიღებული პოსტულატების დამაჯერებლობა, შეგვეფასებინა პროგნოზირების დეკლარირებული სანდოობის დონე და მისი ამაღლების შესაძლებლობები.

## ორმაგი ცილინდრული სახსრების გამოყენება ამწესატრანსპორტო და საგზაო მანქანებში

ვაჟა გოგაძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი,  
საქართველო, Vazha.gogadze@atsu.edu.ge

ამწესატრანსპორტო და საგზაო მანქანების სამუშაო აღჭურვილობები წარმოადგენს რთულ სივრცით სისტემებს, რომელთა ელემენტები სახსრულადაა დაკავშირებული ერთმანეთთან. გარკვეულ მექანიზმებში გხვდება ზედმეტი ბმები, რის გამოც რგოლებში ზომების ხაზოვანი ან კუთხური გადახრების დროს ჩნდება ზედმეტი ბმა და მექანიზმი მუშაობს რგოლებში არსებული ღრეწობის მეშვეობით ან კონსტრუქციის წინასწარი დაძაბვით, რაც ამცირებს მანქანის სიმტკიცესა და საიმედოობას.

ამიტომ მიზანშეწონილია შეიქმნას ისეთი რაციონალური მექანიზმები, რომლებიც თვითრეგულირებადია და არ იწვევს კონსტრუქციის ელემენტების წინასწარ დაძაბულ მდგომარეობას.

ამწე-სატრანსპორტო და საგზაო მანქანებში რგოლების შეერთებისათვის ძირითადად გამოყენებულია ცილინდრული სახსრები, რომელთა თავისუფლების ხარისხი ერთის ტოლია და სფერული სახსრები თავისუფლების ხარისხით-3. დღემდე იშვიათია ზემოთ აღნიშნულ მანქანებში ორმაგი ცილინდრული სახსრების გამოყენება, რომელთა თავისუფლების ხარისხი ორის ტოლია.

ორმაგი ცილინდრული სახსრების გამოყენება საშუალებას გაძლევს გავზარდოთ მანქანის ფუნქციონალური დანიშნულება, გავამარტივოთ კონსტრუქცია, გაიზარდოს მანქანის მწარმოებლობა, მოწყობილობის სიმტკიცე და საიმედოობა.

### ლიტერატურა

1. გოგაძე ვ. მ. საპატენტო მოდელი "თვითსაცვლელი" საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი "საქპატენტი", 2009 №11 (279), გვერდი 20
  2. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე გ. ბუდლოზერის სამუშაო აღჭურვილობა. პატენტი №5633 გამოგონება თბილისი 2012
  3. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე გ. სკრეპერის სამუშაო აღჭურვილობა . პატენტი №5634 გამოგონება თბილისი 2012
  4. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე გ. ციცხვიანი სატვირთველი. პატენტი №5696 გამოგონება თბილისი 2012
  5. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე მ. პაჭკორია ბ. ჩანგლებიანი სატვირთველი. განაცხადი გამოგონებაზე. #AP2014013372, 2014
  6. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე მ. კურცხალიძე ირინა. არამთლიანად საბრუნო ერთციცხვიანი ჰიდრაულიკური ექსკავატორის სამუშაო აღჭურვილობა. განაცხადი გამოგონებაზე #AP2014013371, 2014
  7. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე მ. ირემაძე ლ. ავტოგრეიდერი სამუშაო აღჭურვილობა. განაცხადი გამოგონებაზე. #AP2014013370, 2014
  8. გოგაძე ვ.მ. გოგაძე მ. კვირიკაშვილი ა. გამაფხვიერებელი. განაცხადი გამოგონებაზე #AP2014013388, 2014წ
- გოგაძე ვ.მ. გოგაძე მ. ბუტრიძე დ. ტენადჩარჩოიანი თვლიანი ტრაქტორი. განაცხადი გამოგონებაზე # AP2014013387, 2014

## მრავალფენიანი სქელი ფილის ღუნვის ამოცანა თერმული ვილის ბათვალისწინებით

დავით გორგიძე, ზურაბ სირაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი,  
საქართველო, dgorgidze@yahoo.com, zurab.siradze@yahoo.com

განხილულია მრავალფენიანი ტრანსტროპული (ტრანსვერსალურად-იზოტროპული) სქელი ფილის თერმოდრეკადი წონასწორობა, როდესაც ფილის გვერდით წახნაგებზე სრულდება სიმეტრიის ან ანტისიმეტრიის პირობები, ხოლო ფილის ქვედა და ზედა წახნაგებზე მოცემულია სპეციალური პირობები. დასმული ამოცანის ზუსტი ამოხსნა მოძებნილია ზოგადი ამონახსნების და ცვლადთა განცალების მეოთხით.

წინამდებარე ნაშრომი ეძღვნება ნური ხომასურიძის ნათელ ხსოვნას

### ლიტერატურა

1. Khomasuridze N. Thermoelastic equilibrium of bodies in generaljzed cylindrical coordinates. Georgian Mathematical Journal, 1998, v.5, №6.



**ვეკუას მეთოდით  $N=1$  და  $N=2$  მიახლოებისათვის  
ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა**

ბაკურ გულუა

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო, bak.gulua@gmail.com

მოცემულ ნაშრომში განხილულია იზოტროპული დრეკადი მასალისაგან შედგენილი ფირფიტის წონასწორობის განტოლებათა სისტემა. სამგანზომილებიანი განტოლებათა სისტემიდან. ი. ვეკუას რედუქციის მეთოდის გამოყენებით, მიღებულია ორგანზომილებიანი განტოლებათა სრული სისტემა, როცა სხეულის ზედა და ქვედა პირეულებზე მოცემულია გადაადგილების ვექტორი. შემდეგ, სასრული განტოლებათა სისტემებისათვის, კერძოდ  $N=1$  და  $N=2$  მიახლოებისათვის, ნაპოვინია ზოგადი ამონახსნები. ამოხსნილია ძირითადი სასაზღვრო ამოცანები.

**კარმანის ტიპის დაზუსტებულ თეორიათა შესაბამისი  
ზოგიერთი მოდელისათვის კომპლექსური ცვლადის  
შუნქციათა თეორიისა და რიცხვითი ანალიზის  
ბამოყენების შესახებ**

თამაზ ვაშაკმაძე,

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი  
მათემატიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო,  
tamazvashakmadze@gmail.com

ნაშრომში განხილულ იქნება დრეკადობის არა-წრფივი თეორიის შესაბამისი ზოგიერთი ორგანზომილებიანი მოდელი ანიზოტროპული თხელკედლოვანი სტრუქტურე-

ბის შემთხვევაში. ასეთ მათემატიკურ მოდელებს წარმოადგენს, მაგალითად, სასაზღვრო ამოცანები ფონ კარმანის ტიპის არაწრფივ ორ ცვლადზე დამოკიდებული კერძო წარმოებულნიან ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის, რომელთა ნაწილი მონჟ-ამპერი-სა ოპერატორისა და პუასონის ფრჩხილების შესაბამისი გამოსახულებებია. მათთვის გადმოცემული იქნება ანალიზურ და განზოგადებულ ანალიზურ ფუნქციათა თეორიისა და პროექციული მეთოდების ზოგიერთი სქემის გამოყენების ცდა.

**მაღლობა.** წინამდებარე ნაშრომი შესრულებული იყო რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის გრანტის 30/28 ფარგლებში.

**დრეკადობის ბრტყელი თეორიის ამოცანა სასრული მრავალკუთხა არისათვის წრიული ხვრელით**

გიორგი კაპანაძე  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტის ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი  
მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო

განიხილება დრეკადობის ბრტყელი თეორიის ამოცანა სასრული მრავალკუთხა არისათვის წრიული ხვრელით. იგულისხმება, რომ არის გარე საზღვარზე მოცემულია მუდმივი მთავარი ვექტორის მქონე მქონე მკუმშავი ნორმალური ძაბვები (ან ნორმალური გადაადგილებები), ხოლო ხვრელის საზღვარი თავისუფალია გარეგანი დატვირთვებისაგან.

ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენება კონფორმულ ასახვათა და ანალიზურ ფუნქციათა სასაზღვრო ამოცა-

ნების მეთოდები და ამ გზით საძიებელი კომპლექსური პროტენცილები აგებულია ეფექტურად (ანალიზური ფორმით).

## **რკინაბეტონის თხელკედლიანი კონსტრუქციების გაანგარიშება**

რევაზ კახიძე

შოთა რუსთაველის სახელობის ბათუმის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო,  
bak.gulua@gmail.com

განხილულია რკინაბეტონის შედგენილი ღერო-გარსის კლასი, რომელსაც შუალედური ადგილი უჭირავს ღეროვანი კონსტრუქციებისა და გარსების კლასებს შორის. ამიტომ ამ კონსტრუქციების გაანგარიშებისას გათვალისწინებულია დეფორმაციები და ძალები, რომლებიც ახასიათებენ როგორც ერთ, ისე მორე კლასს.

განსახილველი კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზისათვის საანგარიშო აპარატის საფუძვლად მიიღება ვ. ვლასოვის [1] ვარიაციული მეთოდი იტერაციულ მეთოდთან ერთად და რკინაბეტონის ფიზიკური მოდელები.

ამ ვარიაციული მეთოდის არსი, რომელიც ეყრდნობა ლაგრანჟ-ეიდერის პრინციპებს [2, 3] ხასიათდება შემდეგი დებულებებით:

– უცნობ სიდიდედ არჩეულია გადაადგილებათა ფუნქციები, რომლებიც დამოკიდებულია ორ დამოუკიდებელ კოორდინატზე და რომლებიც განსაზღვრავს სხეულში წერტილის მდგომარეობას;

– გადაადგილებათა ცვლილების ხასიათი ერთ-ერთ კოორდინატის მიმართებით წინასწარ დადგინდება ამა თუ იმ გეომეტრიული ჰიპოთეზის საფუძველზე;

- თხელკედლიანი კონსტრუქციები, რომლებსაც გაანგარიშების უსასრულოდ დიდი თავისუფლების ხარისხი აქვთ ორ მიმართულებით, შეიცვლება საანგარიშო მოდელებით, რომლებსაც სასრული რაოდენობის თავისუფლების ხარისხი აქვთ ერთი მიმართულებით და უსასრულოდ დიდი – მეორე მიმართულებით.

გარსთა ზოგადი თეორიის განტოლებები დაიყვანება ჩვეულებრივი დიფერენციალურ განტოლებებზე. მგვარად, ამოხსნა მიიღება ორგანზომილებიანი ამოცანის ერთგანზომილებიანზე დაყვანით.

### **ლიტერატურა**

1. Власов В.В. Общая теория оболочек и её приложение в технике. Москва-Ленинград: Гостехтеориздат, 1949. -784 с.
2. Михайлов Б.К. Пластины и оболочки с разрывными параметрами. Ленинград: ЛГУ, 1980. -196 с.
3. Михайлов Б.К., Кипиани Г.О. Деформированность и устойчивость пространственных систем с разрывными параметрами. Санкт-Петербург: Стройиздат СПб, 1996. -442 с.

**წინასწარ დაკაზული, დრეკად შემავსებლიანი  
ცილინდრული ფორმასთან მიახლოებული ბრუნვითი  
ბარსების თერმო რხევები**

ა. კუკუჯანოვი  
ა. რამზაძის მათემატიკის ინსტიტუტი  
kotic13@mail.ru

განხილულია საკუთარი რხევები დრეკად შემავსებლიანი ცილინდრულ ფორმასთან მიახლოებული ბრუნვითი გარსებისა, რომელზეც მქომედებს ნორმალური წნევა და გაცხელება. გარსები განხილულია თხელი და დრეკადი. ტემპერატურა თანაბრად განაწილებულია გარსის სხეულში.

მსუბუქი შემავსებელი იგულისხმება სრიალა ტიპის. შემავსებელის მოდულირება ხდება ვინკლერის ფუძით. განხილულია როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი გაუსის სიმრუდის მქონე გარსები. მოყვანილია ფორმულები და უნივერსალური მრუდები უმცირესი სისშირეებისა და ტალღათა წარქმობის ფორმებისათვის ტემპერატურაზე, დრეკადის შემავსებლის სიხისტეზე, წინასწარ დაძაბულობაზე, გაუსის სიმრუდის ნიშანსა და ცილინდრული ფორმიდან გარსის გადახრის ამპლიტუდაზე დამოკიდებულებით.

**წამახვილებული პრიზმული გარსის იერარქიული  
მოდელების ერთგანზომილებიანი კერძო  
შემთხვევისათვის რიცხვითი ბათვილის ალგორითმის  
აბუზის შესახებ**

ბ. მაისტერენკო, ჯ. როგავა, კ. შაშიაშვილი  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ვიხილავთ შემდეგ განტოლებას:

$$\rho h_1(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left( h_1(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

სადაც  $Q_T = ]0, l[ \times ]0, T]$ ,  $h_1(x) = h_0 x^\alpha$ ,  $h_0 > 0$ ,  $0 < \alpha < 1$ ;  $\rho$  დადებითი მუდმივია;  $f(x, t)$  საკმარისად გლუვი ფუნქციაა.

განტოლება (1) წარმოადგენს წამახვილებული პრიზმული გარსისთვის იერარქიული მოდელების (იხ. [1]) ნულოვანი (საწყისი) მიახლოების კერძო შემთხვევას. ცხადია  $h_1(x)$  წვერის გამო მოცემული განტოლება არის გადაგვარებული და ეს ქმნის წინააღმდეგობას რიცხვითი რეალიზაციის თვალსაზრისით.

(1) განტოლებას მივცეთ შემდეგი სახე

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \lambda_0(x) \frac{\partial u}{\partial x} + h_1^{-1}(x) f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (2)$$

სადაც

$$\lambda_0(x) = \frac{h_1'(x)}{h_1(x)} = \frac{\alpha}{x}.$$

დავსვათ (2) განტოლებისთვის კლასიკური საწყის-სასაზღვრო ამოცანა:

$$u(x, 0) = \varphi_0(x), \quad u_t'(x, 0) = \varphi_1(x), \quad (3)$$

$$u(0, t) = \alpha_0(t), \quad u(1, t) = \alpha_1(t). \quad (4)$$

ვგულისხმობთ, რომ შეთანხმებულობის პირობები დაცულია ( $\varphi_0(0) = \alpha_0(0)$ ,  $\varphi_0(1) = \alpha_1(1)$ ). (2)-(4) ამოცანა შეგვიძლია ამოვხსნათ სხვაობიანი მეთოდის გამოყენებით, თუმცა ამასთან დაკავშირებით არის ერთი მნიშვნელოვანი ნიუანსი, რომელიც უნდა იყოს გათვალისწინებული. ეს ეხება პირველი რიგის წარმოებულის შემცველ გადაგვარებულ წევრს. თუ პირველი რიგის წარმოებულს შევცვლით მეორე რიგის სიზუსტის ცენტრალურ სხვაობიანი ფორმულით, მაშინ გადაგვარების გამო ნულის მახლობლობაში ერთი რიგი დაიკარგება. ამიტომ პირველი რიგის წარმოებულის აპროქსიმაციისთვის მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მესამე რიგის სიზუსტის სხვაობიანი ფორმულების გამოყენება. თუ გავითვალისწინებთ ამ შენიშვნას, მაშინ (2)-(4) ამოცანისთვის მივიღებთ შემდეგ სხვაობიან განტოლებათა სისტემას:

$$\begin{aligned} \gamma u_{i+1}^{k+1} - (2\gamma + \rho) u_i^{k+1} + \gamma u_{i-1}^{k+1} &= \tilde{f}_i^k, \quad i = 1, \dots, n-1, \quad (5) \\ i &= 1, \dots, n-1, \quad k = 1, \dots, m, \end{aligned}$$

სადაც  $\tau = T/m$  არის ბადის ბიჯი დროითი ცვლადით, ხოლო  $h = 1/n$  - სივრცითი ცვლადით ( $n > 1$  და  $m > 1$  ნატურალური რიცხვებია);  $x_i = ih$  და  $t_k = k\tau$  არის დაყოფის წერტილები;

$$\begin{aligned}
u_0^{k+1} &= \alpha_0(t_{k+1}), \quad u_n^{k+1} = \alpha_1(t_{k+1}), \quad \gamma = \frac{\tau^2}{2h^2}, \\
\tilde{f}_i^k &= -2\rho u_i^k - w_i^{k-1} - \tau^2(\lambda_0(x_i)\tilde{u}_i^k + h_1^{-1}(x_i)f(x_i, t_k)), \\
w_i^k &= \mu_{i+1}^k - (2\gamma + \rho)u_i^k + \mu_{i-1}^k, \\
\tilde{u}_i^k &= \frac{1}{6h}(-2u_{i-1}^k - 3u_i^k + 6u_{i+1}^k - u_{i+2}^k), \quad i = 1, \dots, n-2, \\
\tilde{u}_{n-1}^k &= \frac{1}{6h}(u_{n-3}^k - 6u_{n-2}^k + 3u_{n-1}^k + 2u_n^k).
\end{aligned}$$

(5) სისტემას ვხსნით ფაქტორიზაციის მეთოდით. შევნიშნავთ, რომ მდგრადობის პირობები ავტომატურად სრულდება. შემოთავაზებული ალგორითმის საფუძველზე ჩატარებული რიცხვითი გათვლები იძლევა საკმარისად კარგ მიახლოებას სხვადასხვა მოდელური ამოცანებისთვის.

**მადლობა.** ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის #ღ13/18 გრანტის ფარგლებში.

### ლიტერატურა

G. Jaiani, Cusped Shell-like Structures, Springer Briefs, Springer-Heidelberg-Dordrecht-London-New York, 2011.

**აღმორითმები და კომპიუტერული პროგრამა  
სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების  
უსაფრთხო ექსპლუატაციის მქანო-პნემატიური  
დემოფერების მუშა და კონსტრუქციული პარამეტრების  
ოპტიმალური მნიშვნელობების ბანსაზღვრისათვის**

**დ. მახარაძე, მ. ლოსაბერიძე, ს. სტერიაკოვა**  
მინდელის სახელობის სამთო მექანიკის ინსტიტუტი,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი,  
საქართველო, marinalosaberidze@rambler.ru,  
marinalosaberidze@rambler.ru, marinalosaberidze@rambler.ru

სადაწნეო მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში გარდამავალი რეჟიმების და დაუმყარებელი პროცესების შემთხვევაში ჰიდრონარევის მოძრაობისას ხშირად ხდება წნევის უეცარი ცვალებადობა მოცემული სისტემისათვის დასაშვებზე მეტ ფარგლებში, რაც თავის მხრივ იწვევს მილსადენისა და ტუმბოების მწყობრიდან გამოსვლას, მიმდებარე ტერიტორიის დაბინძურებას და სისტემის ხანგრძლივად გაჩერებას. ამ არასასიამოვნო მოვლენის თავიდან აცილების და წნევის ნაზარდის დასაშვებ ფარგლებში შემცირების მიზნით იყენებენ წნევის ნაზარდის მარეგულირებელ მექანო-პნემატიკურ დემოფერებს. მათი მუშა ორგანოები წარმოადგენს ჰაერით შევსებულ ელასტომერებისაგან დამზადებულ ჰერმეტიკულ სხვადასხვა ფორმის (ტორის, სფეროს, შლანგის, სილფონის) ელემენტების ერთობლიობას. ყველა შემთხვევაში წნევის ნაზარდის დემოფირება ძირითადად ხდება ჰაერის შეკუმშვის ხარჯზე, რომლის მოცულობითი დრეკადობის მოდული ძალზე მცირეა და ხასიათდება შეკუმშვის დიდი უნარით. ჰიდრავლიკური დარტყმის დროს გაზრდილი წნევის დემოფირება (მუშა ირგანოში ჰაერის შეკუმშვა) მიმდინარეობს იზოთერმული ან პოლიტროპული პროცესის შესაბამისად, იმისდა მიხედვით თუ რა სიგრძისაა მილსადენის მაგისტრალის სიგრძე და შესაბამისად ტალღური პროცესის ფაზეს ხანგრძლივობა. პრაქტიკაში შეიძ-



ლება გამოყენებული იქნეს გადამყვანი მილყელიანი მადემპფირებელი მოწყობილობები და მილყელის გარეშე. გადამყვან მილყელებს იყენებენ დემპფერების მილსადენ მაგისტრალთან დასაკავშირებლად. ჩვენს მიერ დამუშავებული ჰიდრაულიკური დარტყმებისაგან დამცავი კონსტრუქციების გაანგარიშების მეთოდის ეფუძნება ჰიდროაერომექანიკის და დრეკადობის თეორიის ძირითად კანონებს და ითვალისწინებს ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ჰიდროდინამიკურ პარამეტრებს დამყარებული და დაუმყარებელი რეჟიმის დროს, პროცესში მონაწილე ყველა კომპონენტის და ელემენტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს და გეომეტრიულ პარამეტრებს.

## **დრეკადი ფირფიტების დაზუსტებული თეორიების შესახებ**

თამარ მეუნარგია  
სოხუმის სახელმიფო უნივერსიტეტი  
თბილისი, საქართველო, [tengiz.meunargia@viam.sci.tsu.ge](mailto:tengiz.meunargia@viam.sci.tsu.ge)

სტატიაში განხილულია კირშის ტიპის ამოცანების ამოხსნა ე. რეისნერის, ა. ლურიეს და ი. ვეკუას დაზუსტებული თეორიების საშუალებით და მიღებული შედეგები შედარებულია ერთმანეთთან.

## არაღამრეცი გარსების არაწრფივი თეორიის შესახებ

თენგიზ მეუნარგია  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტის ი. ვეკუას სახელობის  
გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო, tengiz.meunargia@viam.sci.tsu.ge

ი. ვეკუამ შემოგვთავაზა დამრეცი გარსების წრივი თეორიის აგების რამოდენიმე მეთოდი.

სტატიაში ი. ვეკუას რედუქციის მეთოდის გამოყენებით მიღებულია არაღამრეცი გარსების არაწრფივი თეორიის 2-განზომილებიანი განტოლებათა სისტემა. შემდეგ მცირე პარამეტრის მეთოდის გამოყენებით, ნებისმიერი  $N$ -ური რივის მიახლოებისათვის, მიღებულია ზოგადი ამოხსნის კომპლექსური სახე ანალიზური ფუნქციების საშუალებით.  $N = 1, 2, 3$  მიახლოებისათვის ამოწერილია ზოგადი ამოხსნის ცხადი სახე და განხილულია, ასევე ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანა.

## შემეული ტრანსმისიის ამოცანების ამონახსნების სიბლუშის შესახებ

დავით ნატროშვილი  
ი.ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
ი.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი  
&  
მათემატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური  
უნივერსიტეტი

განხილულია განზოგადებული თერმოდრეკადობის თეორიის კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებების სისტემისათვის დასმული შერეული ტიპის ტრანსმისიის ამოცანები რთული სრუქტურის კომპოზიტუ-

რი სხეულებისათვის, რომლებიც შეიცავენ მეტალურ და პიეზოელექტრულ მდგენელებს და რომელთაც გააჩნიათ შიგა ბზარები და ბზარები საკონტაქტო ზედაპირზე. პოტენციალთა მეთოდისა და ფსევდოდოფერენციალური განტოლებების თეორიის გამოყენებით გამოკვლეულია ამონახსნების ერთადერთობისა და არსებობის საკითხები და შესწავლილია ამონახსნების სივლენა. გამოკვლეულია თერმომექანიკური და ელექტრო-მაგნიტური ველების ძირითადი მახასიათებლების სინგულარობის თვისებები და ცხადადაა დადგენილი სინგულარობის მახვენებლების მატერიალურ მუდმივებზე დამოკიდებულება. დეტალურადაა გაანალიზებული რხევად სინგულარობებთან დაკავშირებული საკითხები.

წარმოდგენილი ნაშრომი ანზოგადებს [1] შრომაში მიღებულ შედეგებს.

### ლიტერატურა

1. T. Buchukuri, O. Chkadua, D. Natroshvili. Mixed boundary value problems of thermopiezoelectricity for solids with interior cracks, Integral Equations and Operator Theory, 64(4): 495-537 (2009)

### წრფივი დრეკადობის თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის ეკვივალენტური წარმოდგენა რამოდენიმე შეღარებით მარტივი სასაზღვრო ამოცანის სუპერპოზიციით

გ. ნოზაძე\*, მ. ლოსაბერიძე\*, ნ. ხომასურიძე\*\*

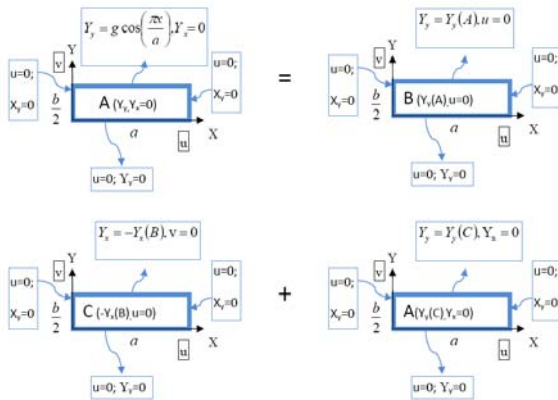
\* გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

როგორც ცნობილია, წრფივი დრეკადობის თეორიის სასაზღვრო ამოცანების ინტეგრება და ანალიზურ ამონახსნთა მიღება ზოგადი დასმის შემთხვევაში ვერ ხერხდება.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ წრფივი დერეკალობის თეორიის ფარგლებში შესაძლებელია გამოიყოს სასაზღვრო ამოცანების კლასი, რომელთათვისაც განსახილველი სასაზღვრო ამოცანა შესაძლებელია წარმოდგეს, რამოდენიმე შედარებით მარტივად გადასაწყვეტი ამოცანების ეკვივალენტური სუპერპოზიციის სახით.

ნაშრომში ორ განზომილებიანი წრფივი დერეკალობის თეორიის სასაზღვრო ამოცანის მაგალითზე მოცემულია ეკვივალენტურ სასაზღვრო ამოცანათა სუპერპოზიციის სახით წარმოდგენის შესაძლებლობა. დადგენილია ამისათვის აუცილებელი მოთხოვნები დასმულ და სუპერპოზიციის შემავალ ამოცანების სასაზღვრო პირობებისათვის.



**ნახ. 1** დერეკალობის თეორიის ორგანზომილებიანი ამოცანის წარმოდგენა რამოდენიმე ეკვივალენტური ამოცანის სუპერპოზიციის სახით

**პუასონისა და კირჭოვის განტოლებათა  
სისტემისთვის საკონტაქტო ამოცანის რიცხვითი  
ამოხსნის შესახებ**

არჩილ პაპუკაშვილი, ჯემალ როგავა, ზურაბ ვაშაკიძე  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი,

ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო,

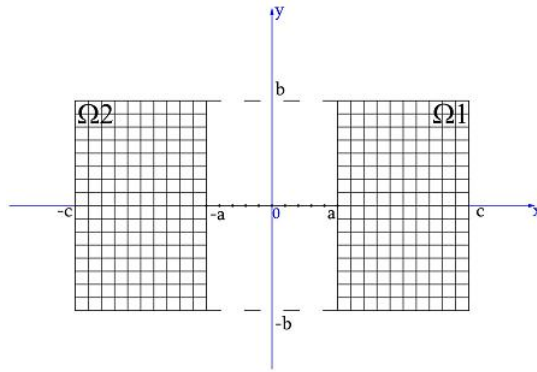
apapukashvili@rambler.ru, archil.papukashvili@tsu.ge,  
jemas.rogava@tsu.ge, zurab.vashakidze@gmail.com

როგორც ცნობილია აქტუალური ამოცანაა რთული გეომეტრიის მქონე კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრა. შესაბამისი რიცხვითი გათვლის ალგორითმების აგება, გამოკვლევა და კომპიუტერული რეალიზაცია.

ნაშრომში რიცხვითი მეთოდებით შესწავლილია რთული გეომეტრიის მქონე ზოგიერთი „ხიდის ფორმის“ მულტისტრუქტურის (იხ. ნახ.1) დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა. კერძოდ განხილულია სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანა: მართკუთხედის ფორმის ორი მემბრანა შეერთებულია სიმით; მემბრანისათვის ვიხილავთ კლასიკურ წრფივ სასაზღვრო ამოცანას (პუასონის განტოლებებისთვის), ხოლო სიმისთვის კირჭოვის ტიპის არაწრფივ ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებას(იხ. მაგ. [1],[2]).

ზემოაღნიშნული მულტისტრუქტურის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესასწავლად ვიყენებთ რიცხვით მეთოდებს, კერძოდ სასრულ-სხვაობიან მეთოდს. კვანძით წერტილებში მემბრანის ჩაღუნვის ფუნქციის საპოვნელად ვიყენებთ პირდაპირ რიცხვით მეთოდებს, ხოლო სიმისათვის ჩაღუნვის ფუნქციის რიცხვითი მიშვნელობების საპოვნელად კირჭოვის არაწრფივი განტოლების მიახლოებითი ამოხსნისათვის - იტერაციულ მეთოდს.

შექმნილია სათვლელი პროგრამა Matlab-ში და ჩატარებულია რიცხვითი ექსპერიმენტები.



ნახ. 1

**მადლობა.** ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის #30/28 გრანტის ფარგლებში.

### ლიტერატურა

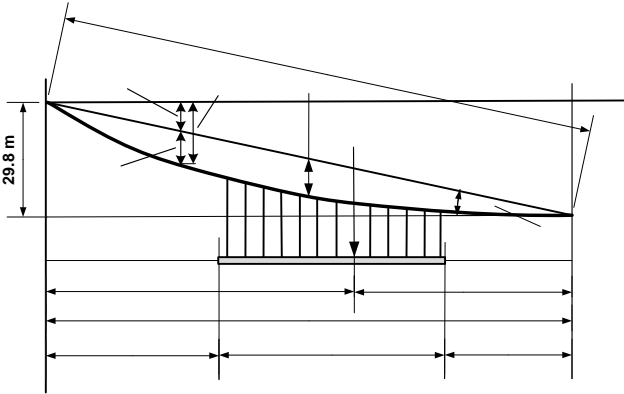
1. Kirchoff G. Vorlesungen uber Mechanik. Teuner, Leipzig, 1883.
2. Peradze J. A numerical algorithm for the nonlinear Kirchhoff string equation. Numer. Math. 2005, 102, pp. 311-342.

### ბაბირ-ღეროვანი სტრუქტურების მოდელირებისა და გაანგარიშების ზოგი საკითხი

დ. პატარაია, ე. წოწერია, ა. ქართველიშვილი, რ. მაისურაძე  
 გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი

დისკრეტული მოდელის საფუძველზე განხილულია რთული ბაბირ-ღეროვანი სტრუქტურის მოდელირებისა და გაანგარიშების ზოგი აქტუალური საკითხი. კერძოდ: სიმძიმის ველში განლაგებული თაროს ფორმის ორმხრივ ყრუდ ჩამაგრებული ბოლოთი ღეროს გაანგარიშება. შედეგების

საიმედობის შემოწმების მიზნით ეს ამოცანა გადაწყვეტილია აგრეთვე სასრულ ელემენტთა მეთოდზე დაფუძნებული სტანდარტული პროგრამული უზრუნველყოფის - „ლირა 9.6“- ის გამოყენებით. გარდა აღნიშნული ამოცანისა, ასევე ორივე მიდგომის საფუძველზე, გამოკვლეული და გაანგარიშებული იქნა რეალური რთული ბაგირდეროვანი სტრუქტურა - ვანტური საბაგირო ხიდი. იხ. ნახაზი.



ნატარებული კვლევების შედეგები, აგრეთვე ამ შედეგების შემოწმება ლაბორატორიულ სტენდზე იძლევა საფუძველს დავასკვნათ, რომ შემოთავაზებული მიდგომა კონკურენტუნარიანია და პერპექტიულია მსგავსი რთული ბაგირ-დეროვანი სტრუქტურების (ობიექტების)  $f_{org}$  და  $f_{sum}$  გაანგარიშებისას.

$f_{bag}$

$f_{max}$

188.96 m

61

283.4

99.45 m

12

**არაწრფივი სტატიკური ძელის ამოცანის ამოხსნის  
ცდომილება**

ჯემალ ფერაძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
თბილისი, საქართველო, j\_peradze@yahoo.com

განვიხილოთ არაწრფივი დიფერენციალური განტოლება

$$u^{iv}(x) - m \left( \int_0^L u'^2(x) dx \right) u''(x) = f(x), \quad (1)$$

$$0 < x < L, \quad m(\lambda) \geq \text{const} > 0, \quad 0 \leq \lambda < \infty,$$

სასაზღვრო პირობებით

$$u(0) = u(L) = 0, \quad u''(0) = u''(L) = 0. \quad (2)$$

(1) განტოლება უკავშირდება ჰიმვადი დინამური ძელის ლუნვის მოდელათ Woinowsky-Krieger-ის მიერ შემოთავა-

ზებულ  $u_{tt} + u_{xxxx} - \left( c_0 + c_1 \int_0^L u_x^2 dx \right) u_{xx} = 0$

განტოლებას. (1), (2) ამოცანისათვის დამტკიცებულია ამონახსნის არსებობა და აგებულია რიცხვითი ალგორითმი. გალიორკინის მეთოდის გამოყენების შედეგად მოღებული არაწრფივი განტოლებათა სისტემა იხსნება ნიუტონის იტერაციული პროცესის საშუალებით. დამტკიცებულია თეორემა ალგორითმის სრული ცდომილების შესახებ.

განხილულია ასევე უფრო ზოგადი ვიდრე (1) განტოლება

$$u^{iv}(x) - m \left( \int_0^L u'^2(x) dx \right) u''(x) = f(x, u), \quad (3)$$

$$0 < x < L, \quad m(\lambda) \geq \text{const} > 0, \quad 0 \leq \lambda < \infty.$$

ამოცანა (3), (2) დაყვანილია ეკვივალენტურ არაწრფივ ინტეგრალურ განტოლებად, რომლის ამოსახსნელად გამოყენებულია იტერაციული მეთოდი. დამტკიცებულია მეთოდის კრებადობა და მიღებულია ცდომილების შეფასება.



**გეგმაში მართკუთხა ღამრეცი ბარსებისა და ფილების  
ბამოკვლევა საყრდენთა ჯდენისას მასალის  
ცოცვალობის ბათვალისწინაბით**

მურად ყალაბეგაშვილი, დემურ ტაბატაძე  
კოტე იაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი,  
საქართველო, muradkalabegashvili@yahoo.com,  
demuritabatadze@yahoo.com

სამშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშებისას მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა კონსტრუქციისა და ფუძის ერთობლივი მუშაობის გათვალისწინების საკითხს. აქედან გამომდინარე საინტერესოა ამ გავლენის შესწავლა, რასაც კონსტრუქცია განიცდის გრუნტის თვისებების ცვლილების შედეგად. ეს უკანსაკნელი შეიძლება გამოწვეული იყოს მისი დასველებით, სეისმური ზემოქმედებით და სხვა. აღნიშნულ ფაქტორებს მივყავართ ექსპლოატაციის პროცერსში კონსტრუქციის მუშაობის პირობების ცვლილებასთან, რაც შეიძლება გამოხატული იყოს მისი ფუძის არათანაბარი ჯდენით. ჯდენები იწვევს დაძაბულდეფორმირებული მდგომარეობის შეცვლას, მაქსიმალურად დაძაბული კვეთის მდებარეობისა და მაქსიმალური ძაბვებისა და დეფორმაციების სიდიდეების ცვლილებას. ამასთანავე, რადგან საკითხი ისმის ექსპლუატაციაში მყოფი კონსტრუქციის მუშაობის პირობების ცვლილებაზე, საჭიროა გათვალისწინებით-ვალისწინებული იყოს დროისა და გარემოს პირობების გაელენა მასალის მექანიკურ თვისებებზე. არათანაბრი ჯდენის თაობაზე კი საჭიროა აღინიშნოს, რომ მათ შეიძლება ჰქონდეს იმდენად არარეგულარული ხასიათი, რომ გამოიწვიონ გარკვეული სიძნელეები სასაზღვრო პირობების დაკმაყოფილების დროს.

გამოყენებულია მ. კოლტუნოვის მიერ მიღებული კარმან-ვლასოვის არაწრფივი დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ანალოგიური სისტემის ამონახსნები. ლაპლასის გარდაქმნის გამოყენებით აგებულია

რელაქსაციის მრუდის შესაბამისი ცოცვადობის მრუდის გამოსახულება და მის საფუძველზე გამოთვლილია მაქსიმალური მღუნავი მომენტის მნიშვნელობები საყრდენთა ჯდენებისას.

შემოთავაზებულია წრფეთა მეთოდის ინტეგრალური ვარიანტის გამარტივებული სქემა. დამუშავებულია შესაბამისი ალგორითმი და პროგრამა, რომელთა საფუძველზედაც გამოკვლეულია დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა მართკუთხა ფილების, ცილინდრული და ორმაგი სიმრუდის გარსების, კონსტრუქციის გვერდების ჯდენის, სხვადასხვა შემთხვევებისთვის. აგებულია შესაბამისი ეპიურები.

### ლიტერატურა

1. მ. მიქელაძე თხელკედლიანი სივრცული სისტემების გაანგარიშების საფუძვლები. თბილისი, 1980წ. გვ. 255
2. რ. შოსტაკი. ოპერციული აღრიცხვა. თბილისი: განათლება, 1976 წ. გვ. 384.
3. П.М. Огибалов, М.А.Колтунов. Оболочки и пластинки. М., 1969 г. ст. 546.
4. М.Ш. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.-Л., 1948, ст. 315

**სახელმწიფო მუდმივი სიჩქარით მოძრაში დატვირთვით  
ბამოწვეული ორთოტროპული ნახევარსიბრტყის  
შეფოთება**

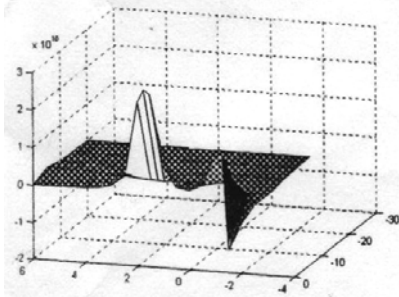
გელა ყიფიანი\*, მარინა ლოსაბერიძე\*\*

\*“განათლებისა და მეცნიერების პროგრესი”, თბილისი,  
საქართველო, gelakip@gmail.com

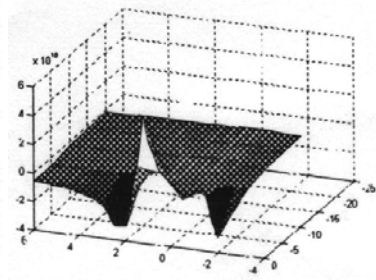
\*\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
მინდელის სახელობის სამთო მექანიკის ინსტიტუტი, თბილისი,  
საქართველო, marinalosaberidze@rambler.ru

განხილულია დრეკადობის თეორიის სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანა იმ შემთხვევაში, როდესაც ორთოტროპული ნახევარსიბრტყის საზღვარზე მუდმივი სიჩქარით მოძრაობს გარკვეული ფორმის შტამპები.

აღნიშნული საკონტაქტო ამოცანა დაყვანილია დრეკადობის თეორიის შერეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანაზე. გადაადგილების ვექტორის და ძაბვის ტენზორის კომპონენტები წარმოდგენელია ორი ანალიზური ფუნქციის საშუალებით. მათთვის დაწერილია სასაზღვრო პირობები, რასაც მიყვავართ დირიხლეს ამოცანამდე, რომლის ამონახსნი მიღებული შვარცის ინტეგრალით. ანალიზურად მიღებულია ძაბვისა და გადაადგილების კომპონენტების გამოსათვლელი ფორმულები და აგებულია ნორმალური ძაბვების ჯამის და მხები ძაბვის მოდულის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები (იხ. ნახ. 1, 2).



ნახ. 1.  $\sigma_x + \sigma_y$



ნახ. 2.  $\tau_{xy}$

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ დრეკადი ორთოტროპული ნახევარსიბრტყის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა არსებითად დამოკიდებულია როგორც ნახევარ-სიბრტყის ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებზე, აგრეთვე საზღვარზე მოძრავი შტამპების კონფიგურაციასა და ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებზე. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა კონსტრუქციებში საკონტაქტო არეში და თვით სხეულში აღძრული დაძაბული მდგომარეობის შესასწავლად. აგრეთვე, საბურღი მანქანების და ქანის დინამიკური ურთიერთქმედებისას მიმდინარე პროცესების შესასწავლად.

### **ბლანტიდრეკადობის საკონტაქტო ამოცანების ამოხსნა ღრეკადი ჩართვის მქონე ფირფიტებისათვის**

ნუგზარ შავლაყაძე  
ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტის ა. რაზმაძის მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო  
nusha@rmi.ge

აგებულია ეფექტური ამონახსნები ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებებისა, რომლებიც დაკავშირებულია ბლანტიდრეკადობის საკონტაქტო ამოცანებთან ცოცვადობის თვისებების მქონე თხელი დრეკადი სასრული ჩართვისა და ბრტყელი ფირფიტის ურთიერთქმედების შესახებ. როდესაც ჩართვის გეომეტრიული პარამეტრები იცვლება პარაბოლური და წრფივი კანონით, გამოკვლეულია ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის შესაბამისი სასაზღვრო ამოცანები და დადგენილია უცნობი საკონტაქტო ძაბვების ყოფაქცევა დრეკადი ჩართვის ბოლოების მახლობლობაში.

**ფოროვან ცილინდრებს შორის სითხის დინებების  
არამდგრადობისა და ტურბულენტობაში გადასვლის  
შესახებ**

ლუიზა შაფაქიძე

თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახ. უნივერსიტეტი  
ა. რაზმაძის მათემატიკის ინსტიტუტი

მოსხენებაში წარმოდგენილია ავტორის მიერ შესწავლილი, ფილტრაციის პრობლემებთან დაკავშირებული მდგრადობის თეორიის ზოგიერთი კონკრეტული ამოცანა, რომელიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული ტურბულენტურ მოძრაობაში გადასვლასთან.

სახელდობრ,

- ა) დადგენილია, რომ ბრუნავ ფოროვან ცილინდრებს შორის ბლანტი უკუმში სითხის დინება, როდესაც მასზე მოქმედებს რადიანული წნევის გრადიენტი კარგავს მდგრადობას და წარმოიქმნება მეორადი სტაციონარული, ან რხევითი, დროზე დამოკიდებული დინებები. შესწავლილია ასეთი დინებების არამდგრადობის საკითხები და მათი გადასვლები უფრო რთული რეჟიმებისაკენ.
- ბ) შესწავლილია არამდგრადობები და გადასვლები ქაოსურ მოძრაობაში ორ ფოროვან ცილინდრს შორის სითბოგამტარი სითხის დინებაში, როდესაც მასზე მოქმედებს როგორც რადიანული წნევის, ასევე ტემპერატურული გრადიენტი. დადგენილია სტაციონარული ბიფურკაციის საკმარისი პირობები.
- გ) განხილულია ფოროვან ცილინდრებს შორის სითხის დინების მდგრადობის საკითხები, როდესაც დინებაზე მოქმედებს როგორც რადიანული, ასევე ტრანსვერსალური წნევის გრადიენტი. შესწავლილია ის კვაზიპერიოდული დინებები, რომლებიც წარმოიშვებიან ძირითადი დინების თანდათანობითი ბიფურკაციის შედეგად.

გამოკეცულია სითხის დინების მდგრადობის დაკარგვის შედეგად წარმოქმნილი მეორადი დინებები და მათი ბიფურკაციები იმ შემთხვევაში, როდესაც ფოროვან ცილინდრებს შორის სითხის დინებაზე მოქმედებს რადიანული და ღერძული წნევის გრადიენტი.

**უღს ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების თვითშენარჩუნება მაგნიტოსფეროს კუდში BBF დინებისას: მონაცემთა ანალიზი**

ხათუნა ჩარგაზია<sup>1,2</sup>, ო. ხარშილაძე<sup>2</sup>, გ. ზიმბარდო<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
<sup>2</sup>ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

მ. ნოდias გეოფიზიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო, khatuna.chargazia@gmail.com

<sup>3</sup>კალაბრიის უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტი,  
რენდე, იტალია, gaetano.zimbardo@fis.unical.it

ნაშრომი ეძღვნება დიდმასშტაბიანი ულტრა დაბალი სიხშირის (უღს) ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების არაწრფივი დინამიკის შესწავლას მაგნიტოსფეროს კუდის არეში BBF (Bursty Bulk flow – მაგნიტური ძალწირების გადაერთებით განპირობებული პულსირებადი სწრაფი პლაზმური ნაკადი) დინებისას. განხილული უღს შემფოთებები თვითორგანიზდებიან არაწრფივი სოლიტონური გრიგალური სტრუქტურების სახით შემფოთებათა ფრონტის არაწრფივი ზრდით შედეგად. BBF წანაცვლებითი დინებების სინქარეთა პროფილის მიხედვით არაწრფივი გრიგალური სტრუქტურა შესაძლებელია იყოს მონოპოლური, დიპოლური გრიგალი, გრიგალების ბილიკი ან ჟაჭვი. ეს უღს გრიგალები წარმოადგენენ

მულტიმასშტაბურ სტრუქტურებს. განხილულია უკუმშვადი გრიგალების აღმწერი თეორიული მოდელის სტაციონალური ანალიზური ამონახსნები და მათი ძირითადი თავისებურებები. ასევე გაანალიზებულია მოცემული ელექტრომაგნიტური უღს სტრუქტურებისა და ასეთი გრიგალების ანსამბლის სივრცული სპექტრალური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ მაგნიტოსფეროს კუდში ექსპერიმენტალურად დამზერილი დინებების სპექტრი შესაძლებელია ახსნილ იქნას ასეთი გრიგალების ანსამბლის მოდელით. ამისათვის შესწავლილია “THEMIS” მისიის მიერ 2008 წლის 19 თებერვლის ქვეშტორმული მოვლენებისას მაგნიტოსფეროს კუდის არეში დინების კინემატიკური და მაგნიტომეტრული გაზომვების შედეგები. აღნიშნული მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ სიმძლავრის სპექტრალური სიმკვრივე დამოკიდებულია მაგნიტური შტორმის განვითარების ეტაპზე. გაანალიზებულია გრიგალების სივრცითი და დროითი ჩაქრობის ხასიათი. შეფასებულია ამ პროცესის მახასიათებელი დრო. BBF წანაცვლებითი დინება წარმოადგენს ენერგიის წყაროს განხილული გრიგალებისათვის, რომლებიც თვითშენარჩუნდებიან გარემოში აღნიშნული BBF ნაკადის არსებობისას და მისი შეწყვეტის შემდეგაც. ამ გრიგალებს გადააქვთ გარემოს ჩატერილი ნაწილაკები, ენერგია და სითბო. ამრიგად, ისინი წარმოადგენენ გარემოს ტურბულენტური მდგომარეობის სტრუქტურულ ელემენტებს.

**მაღლობა.** წინამდებარე ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდში მოპოვებული №31/14 გრანტით.

**მექანიკური ძალოვანი რბოლის კონსტრუქცია  
პარაბოლური კონუსური რეფლექტორისათვის.**

კონსტანტინე ჩხიკვაძე\*, შოთა ნიუარაძე\*  
ლალი ქაჯაია\*\*\*

\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, [kote\\_ch@mail.ru](mailto:kote_ch@mail.ru)

\*\*\*საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

თბილისი, საქართველო [gajaja@gmail.com](mailto:gajaja@gmail.com)

ნაშრომში წარმოდგენილია ჩასატეხ ღეროებიანი ტრანსფორმირებადი ჩაკეტილი ჯაჭვური სისტემა, რომელიც იმდებარეობს კონუსურ ზედაპირზე. სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ სექციების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად ორიგინალური სქემაა მოფიქრებული, რომელიც დამატებითი სინქრონიზაციის ელემენტების არსებობას არ ითვალისწინებს. ანუ, სისტემა ხასიათდება ბუნებრივი სინქრონიზაციით. კინემატიკური ანალიზი ჩატარებულია რეგულარული კვანძების სტრუქტურულ ელემენტებზე. დადგენილია კინემატიკური მოძრაობის ხარისხი და განსაზღვრულია ბერკეტული მექანიზმების მდებარეობათა ფუნქციები. გამოთვლით პროგრამა ANSYS-ში აგებულია შესაბამისი მათემატიკური პარამეტრული მოდელი, რომელიც მაქსიმალურადაა მიახლოებული რეალურთან. გაანგარიშებები ჩატარებულია წინასწარდაძაბვაზე, კონსტრუქციის ელემენტებში აღძრული ძალების შესწავლის მიზნით. დადგენილია დინამიკური მახასიათებლები და თეორიული ანალიზის შედეგების გათვალისწინებით კონსტრუქციაში შეტანილია შესაბამისი ცვლილებები. საბოლოოდ მიღებულია საკმაოდ მსუბუქი და ხისტი სისტემა, რომელიც სრულად აკმაყოფილებს საანტენო ტექნიკისადმი წარდგენილ მოთხოვნებს.

**ლიტერატურა**

1. Levitski N.I. "Theory of Machines and Mechanisms". Moscow, Nauka, 592 p., 1990 (in Russian).
2. Sh. Tserodze, J. Santiago Prowald, van't Klooster C.G.M., E. Logacheva. "Spatial Double Conical Ring-Shaped Reflector for



Space Based Application”. Proceedings of 33rd ESA Antenna Workshop “Challenges for Space Antenna Systems”. 18 - 21 October 2011. ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.

3. Sh. Tserodze, E. Medzmariashvili, N. Tsignadze, O. Tusishvili, J. Santiago-Prowald, H. Baier, L. Scialino, C.Mangenot. “The structure of conical reflector with v-fold bar’s deployable ring”. Proceedings of International Scientific Conference “Workshop on large deployable antennas”. 2-3 October 2012. ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.
4. E. Medzmariashvili, Sh. Tserodze, V. Gogilashvili, A. Sarchimelia, K. Chkhikvadze, N. Siradze, N. Tsignadze, M.Sanikidze, M. Nikoladze, G. Datunashvili. “New variant of the deployable ring-shaped space antenna reflector”. IOS Press, “Space Communications”, An International Journal, Impact Factor: 0.08, #1 (22), pp. 41-48, October 2009. <http://iospress.metapress.com/content/k13638701327>

## წამახვილებული პრიზმული ბარსების ბათვისის ზოგიერთი მეთოდის შესახებ

ნატალია ჩინჩალაძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,  
ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი & ზუსტ  
და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, თბილისი,  
საქართველო, [chinchaladze@gmail.com](mailto:chinchaladze@gmail.com)

სხეულს, რომელიც ზემოდან და ქვემოდან შემოსაზღვრულია

$$x_3 = h^{(+)}(x_1, x_2) \text{ და } x_3 = h^{(-)}(x_1, x_2),$$

ზედაპირებით, ხოლო გვერდიდან  $x_3$ -ღერძის პარალელური მსახველის მქონე ცილინდრული ზედაპირით, პრიზმული გარსი ეწოდება. სიდიდეს

$$2h(x_1, x_2) = h^{(+)}(x_1, x_2) - h^{(-)}(x_1, x_2)$$

ეწოდება გარსის სისქე.

ი. ვეკუას იერარქიული მეთოდის [1-4] გამოყენებით [5]-ში აგებულია იერარქიული მოდელები დრეკადი პრიზმული გარსების შემდეგი მოდელებისთვის:

**მოდელი 2.** გარსის პირის ზედაპირზე მოცემულია

$$u_i(x_1, x_2, h(x_1, x_2), t), \quad i = 1, 2, 3.$$

**მოდელი 3.** გარსის პირით ზედაპირზე მოცემულია

$$u_\alpha(x_1, x_2, h(x_1, x_2), t), \quad \alpha = 1, 2,$$

$$Q_{\nu_3}^{(\pm)}(x_1, x_2, h(x_1, x_2), t) = X_{3\beta}^{(\pm)}(x_1, x_2, h(x_1, x_2), t) \nu_\beta$$

$$+ X_{33}^{(\pm)}(x_1, x_2, h(x_1, x_2), t) \nu_3.$$

$$u_i(x_1, x_2, x_3, t), \quad X_{ij}(x_1, x_2, x_3, t), \quad \text{და} \quad e_{ij}(x_1, x_2, x_3, t)$$

( $i, j = 1, 2, 3$ ) აღნიშნავს შესაბამისად წრფივი სამგანზომილებიანი თეორიის გადაადგილების ვექტორის, ძაბვისა და დეფორმაციის ტენზორების კომპონენტებს.

წინამდებარე მოხსენება ეხება ვარიაციული ფორმულირებით დასმული ამოცანების ამონახსნის შესაბამის წონიან სივრცეში არსებობის და ერთა-ერთობის საკითხების გამოკვლევას.

**მაღლობა.** ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის №დ-13/18 გრანტის ფარგლებში.

### ლიტერატურა

1. Vekua I.N. On one method of calculating of prismatic shells. (Russian) Trudy Tbilis. Mat. Inst., 21 (1955), 191-259.
2. Vekua I.N. Shell Theory: General Methods of Construction. Pitman Advanced Publishing Program, Boston-London-Melbourne, 1985.
3. Jaiani G. Cusped Shell-like Structures. Springer Briefs. Springer-Heidelberg-Dordrecht-London-New York, 2011.
4. Chinchaladze N. Harmonic vibration of cusped plates in the N-th approximation of Vekua's hierarchical models. Archives of Mechanics, 65, 5 (2013), 345-365
5. Jaiani G. Hierarchical models for prismatic shells with mixed conditions on face surfaces, Bulletin of TICMI, 17, No. 2 (2013), 24-48

## დრეკადობის ბმული თეორიის სასაზღვრო ამოცანები ორგვარი ფორმების შემცველი სფეროსათვის

ი. ცაგარელი, ლ. ბიწაძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო, lamarabitsadze@yahoo.com

ნაშრომში განხილულია დრეკადობის ბმული თეორიის სტატიკის სამგანზომილებიანი სასაზღვრო ამოცანები ორგვარი ფორმების შემცველი სხეულებისათვის და სფეროსათვის აგებულია დირიხლეს და ნეიმანის სასაზღვრო ამოცანების ცხადი ამონახსნები. ამონახსნები წარმოდგენილია აბსოლუტურად და თანაბრად კრებადი მწკრივების სახით.

### ლიტერატურა

1. Khalili N., Valliappan S.: Unified theory of flow and deformation in double porous media, European Journal of Mechanics, A/Solids, **15**, 321-336 (1996).
2. Svanadze M. The boundary value problems of the full coupled theory of poroelasticity for materials with double porosity, PAMM, Proc. Appl. Math. **12**, 279-282, DOI 10.1002/pamm.201210130.
3. Basheleishvili M., Tsagareli I., Effective solution of the basic BVPs of the elasticity theory for a sphere, Bull.of the Acad of Sciences of the Georgian SSR, 108, N 1, 41-44(1982).
4. Basheleishvili M., Bitsadze L. The basic BVPs of the theory of consolidation with double porosity for the sphere. Bulletin of TICMI, vol.16, No. 1, 15-26 (2012)
5. Basheleishvili M., Bitsadze L., Solution of the third and fourth BVPs of the theory of consolidation with double Porosity for the sphere, Seminar of I.Vekua Institute of Applied Mathematics, reports, **36-37**, 5-15 (2010-2011)

# იტერაციული მეთოდის ცდომილება ბოლის არაპარტოზაროვანი ძეგლის განტოლებებისათვის

ზვიად წიკლაური  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, საქართველო, zviad\_tsiklauri@yahoo.com

განვიხილოთ საწყის-სასაზღვრო ამოცანა არაწრფივი ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლებისთვის [1]:

$$u_{tt}(x,t) + \delta u_t(x,t) + \gamma u_{xxxx}(x,t) + \alpha u_{xxxx}(x,t) - \left( \beta + \rho \int_0^L u_x^2(x,t) dx \right) u_{xx}(x,t) - \sigma \left( \int_0^L u_x(x,t) u_{xt}(x,t) dx \right) u_{xx}(x,t) = f(x,t), \quad 0 < x < L, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

$$u(x,0) = u^0(x), \quad u_t(x,0) = u^1(x), \quad (2)$$
$$u(0,t) = u(L,t) = 0, \quad u_{xx}(0,t) = u_{xx}(L,t) = 0,$$

სადაც  $\alpha, \gamma, \rho, \sigma, \beta$  და  $\delta$  მოცემული მუდმივებია. მათ შორის პირველი ოთხი დადებითი რიცხვებია, ხოლო  $u^0(x)$  და  $u^1(x)$  საკმარისად გლუვი ფუნქციებია.

ვიყენებთ რა პროექციულ მეთოდსა და სიმეტრიულ სხვაობიან სქემებს, ამონახსნს ვუახლოვდებით სივრცითი და დროითი ცვლადებით.

ამრიგად, ამოცანა დაიყვანება არაწრფივ დისკრეტულ განოლებათა სისტემაზე.

იტერაციული მეთოდის საშუალებით მტკიცდება იტერაციული პროცესის კრებადობა. (1)-(2) ამოცანის კერძო შემთხვევა შესწავლილია [2]-ში.

## ლიტერატურა

1. J. M. Ball, Stability theory for an extensible beam. *J. Differential Equations* **14** (1973), 399-418.
2. G. Papukashvili, J. Peradze, Z. Tsiklauri, On a stage of a numerical algorithm for a Timoshenko type nonlinear equation. *Proc.A. Razmadze Math. Inst.* **158** (2012), 67-77.

**კონფოკალური ელიფსური რბოლის დრეკადი  
წონასწორობის მოსაძებნი ერთი მეთოდის შესახებ**

ნური ხომასურიძე†, ნათელა ზირაქაშვილი  
\*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი  
მათემატიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო  
natzira@yahoo.com

ელიფსისა და მისი შესაბამისი გარე ამოცანებისათვის დრეკადობის თეორიის შიგა და გარე ამოცანების ანალიზური (ზუსტი) ამონახსნების გამოყენებით, იგება დრეკადობის თეორიის სასაზღვრო ამოცანების ამონახსნები კონფოკალური ელიფსური რბოლისა და მისი ნაწილებისათვის.

**ფენოვანი პრიზმული ბარსების მოდელის შესახებ**

გიორგი ჯაიანი  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,  
თბილისი, საქართველო

ი. ვეკუას რედუქციის მეთოდის გამოყენებით აგებულია ორი ტიპის იერარქიული მოდელი დრეკადი  $n$ -ფენიანი პრიზმული გარსებისათვის. ყოველი ფენისათვის ვაგებთ იერარქიულ მოდელს. ვთვლით რა ცნობილად ძაბვის ვექტორებს განსახილველი სხეულის პირით ზედაპირზე და ორივე მოდელის აგებისას, აღნიშნულ ზედაპირებზე გადაადგილებების მნიშვნელობებს ვანგარიშობთ რა მათი ფურიე-ლეჟანდრის მწკრივებად (უცნობი კოეფიციენტებით) სისქის ცვლადის მიმართ გაშლიდან პირველ და ბოლო ფენაში. პირველი ფენისათვის  $X_{ij}$  ძაბვისა და  $u_i$  გადაადგილებების მნიშვნელობებს პირველ და მეორე ფენას შორის ინტერფეისზე ვითვლით მათი ფურიე-ლეჟანდრის მწკრივებიდან (უცნობი კოეფიციენტებით) პირველი ფენისათვის.

პირველი ტიპის იერარქიული მოდელების შემთხვევაში მეორე ფენისათვის დაბეჭდვისა და გადაადგილებების მნიშვნელობებს პირველ ინტერფეისზე ვითვლით პირველი ფენისათვის მიღებული ამონახსნიდან, ხოლო მეორე და მესამე ფენას შორის ინტერფეისზე მათ მნიშვნელობებს ვითვლით მათი ფურიე-ლეჟანდრის მწკრივებიდან (უცნობი კოეფიციენტებით) მეორე ფენისათვის და ა.შ. ბოლო ფენისათვის  $(n-1)$ -ე ინტერფეისზე მათ მნიშვნელობებს ვითვლით  $(n-1)$ -ე ფენისათვის მიღებული ამონახსნიდან. ასე რომ  $k$ -ური,  $k = \overline{2, n-1}$ , ფენისთვის

$$\begin{aligned} & \left( u_j^k, X_{ij}^k \overset{(+)}{v_{ki}} \right) (x_1, x_2, \overset{(+)}{h_k}(x_1, x_2), t) \\ &= \left( u_j^{k-1}, -X_{ij}^{k-1} \overset{(-)}{v_{k-1i}} \right) (x_1, x_2, \overset{(-)}{h_{k-1}}(x_1, x_2), t) \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} (-1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) \left( u_{jl}^{k-1}, -X_{ijl}^{k-1} \overset{(-)}{v_{k-1i}} \right) (x_1, x_2, t), \quad k = \overline{2, n-1}, \quad (1) \end{aligned}$$

[აქ, ფიქსირებული  $k$ -სთვის,  $(u_{jl}^{k-1}, -X_{ijl}^{k-1} \overset{(-)}{v_{k-1i}})$ ,  $k = \overline{2, n-1}$ , ცნობილი ხდება  $(k-1)$ -ე ფენისათვის სასაზღვრო (საწყის-სასაზღვრო) ამოცანების ამოხსნის შემდეგ, სადაც  $u_{jl}^k, X_{ijl}^k$

ე.წ.  $l$  რიგის მათემატიკური მომენტებია,  $v_k$   $k$ -ური ფენის გა-  
რე ნორმალია  $x_3 = \overset{(+)}{h_k}(x_1, x_2)$  პირითი ზედაპირებისადმი; შევ-  
ნიშნოთ, რომ  $h_k = \overset{(+)}{h_{k-1}} \overset{(-)}$ ] და უცნობი  $u_{jl}^k, X_{ijl}^k$  კოეფიციენტებით

$$\begin{aligned} & \left( u_j^k, X_{ij}^k \overset{(-)}{v_{ki}} \right) (x_1, x_2, \overset{(-)}{h_k}(x_1, x_2), t) \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} (-1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) \left( u_{jl}^k, X_{ijl}^k \overset{(-)}{v_{ki}} \right) (x_1, x_2, t), \quad k = \overline{2, n-1}. \quad (2) \end{aligned}$$

სასაზღვრო და საწყის პირობებს ჩვენ ვწერთ ზემოხსენებული მომენტების ტერმინებში ყოველი ფენისათვის. ამდენად, მივიღებთ გადაბმულ მმართველ სისტემებს მთელი კონ-

სტრუქციისათვის მის პროექციაზე  $x_3 = 0$  სიბრტყეში. დაწყებული პირველი ფენიდან, ყოველი ფენისათვის ცალ-ცალკე ვხსნით სასაზღვრო (საწყის-სასაზღვრო) ამოცანას  $u_{jl}^k$ -ის მიმართ, ვიყენებთ რა წინა ფენისათვის მიღებულ ამონახსნებს, როცა  $k > 2$ . მეორე ტიპის მოდელებისათვის ჩვენ ვიყენებთ (1), (2) დამოკიდებულებებს მხოლოდ ძაბვებისათვის და

$$u_j^k(x_1, x_2, h_k(x_1, x_2), t) = \sum_{l=0}^{\infty} (\pm 1)^l a_2 \left( l + \frac{l}{2} \right) u_{jl}^k(x_1, x_2, t), k = \overline{2, n-1}, (3)$$

დამოკიდებულებებს გადაადგილებებისათვის. ბოლო  $n$ -ური ფენისთვის ვიყენებთ (1)-ს მხოლოდ ძაბვებისთვის და (3)-ს. იერარქიული მოდელების  $N$ -ურ,  $N=0, 1, \dots$ , მიახლოებაში ვთვლით, რომ ყველა მომენტი ნულის ტოლია, როცა  $l > N$ . ჩატარებულია ამ ორი ტიპის მოდელის შედარებითი ანალიზი.

**მადლობა.** ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის #30/28 გრანტის ფარგლებში.

**მათემატიკური ფიზიკის ზოგიერთი სასაზღვრო  
ამოცანის მიახლოებითი ამონახსნის  
აბგზის ერთი ვარიანტის შესახებ**

რომან ჯანჯღავა

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი,

ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო, roman.janjgava@gmail.com

მოსხენებაში შემოთავაზებულია მათემატიკური ფიზიკის ზოგიერთი ამოცანის მიახლოებითი ამონახსნის აგების ერთი-ერთი ხერხი. ამ ხერხით ამოხსნილია რამდენიმე კლასიკური და არალოკალური ამოცანა ლაპლასის

და ჰელმჰოლცის, ასევე დრეკადობის თეორიის ორგანო-ზომილებიანი განტოლებებისთვის. მიღებული შედეგები შედარებულია შესაბამისი ამოცანების როგორც ზუსტ ანალიზურ ამონახსნებთან, ასევე ფუნდამენტალურ ამონახსნთა მეთოდით მიღებულ მიახლოებით ამონახსნებთან.

**უსასრულო ფოროვანი ფირფიტისა და გარემომცველი სითხის ერთობლივი ბრუნვის არასტაციონარული ამოცანა ცვლადი გამოჟონვის სიჩქარისა და ელექტროგამტარებლობის შემთხვევაში მაგნიტური ველისა და სითბოგადაცემის ბათვალისწინებით**

ლევან ჯიქიძე, ვარდენ ცუცქირიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
თბილისი, საქართველო, [levanjikidze@yahoo.com](mailto:levanjikidze@yahoo.com),  
[b.tsutskiridze@mail.ru](mailto:b.tsutskiridze@mail.ru)

მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით შესწავლილია უსასრულო ფოროვანი ფირფიტისა და გარემომცველი სითხის ერთობლივი ბრუნვის არასტაციონარული ამოცანა მაგნიტური ველისა და სითბოგადაცემის გათვალისწინე-

ბით ცვლადი ელექტროგამტარებლობისა  $\sigma = \sigma_0 \left(1 - \frac{T}{T_\infty}\right)$

და გამოჟონვის სიჩქარის  $\nu_w = \nu_0 \left(1 - \frac{T}{T_\infty}\right)$  შემთხვევაში.

დინამიკური და სითბური სასაზღვრო ფენათა სისქეების განსასაზღვრავად მიღებულია შესაბამისი დიფერენციალური განტოლებები და ჩაწერილია მათი ზუსტი ამოხსნები ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში, როდესაც გამოჟონვის სიჩქარე იცვლება სხვადასხვა კანონით და სასაზ-



ღვრო ფენათა სისქეებს შორის არსებობს  $\delta_T(t) = \gamma\delta(t)$  სახის დამოკიდებულება.

გამოთვლილია დინების ყველა ფიზიკური მახასიათებელი.

# CONTENTS

<b>A. Aptsiauri</b> The equation of entropy production for opensystems as a theoretical basis of energy generation from the equilibrium environment	3
<b>M. Bediashvili</b> Ancient antiseismic construction methods in Georgia	4
<b>R. Botchorishvili</b> Numerical schemes for linear advection equation	5
<b>A. Bregvadze, L. Sitchinava, T. Tchanturia</b> Numerical modeling of the coastline dynamics and its engineering aspects	6
<b>Kh. Chargazia, O. Kharshiladze, G. Zimbardo</b> Self-Preservation of ULF electromagnetic wave structures in the magnetotail with BBF flow: data analysis	7
<b>N. Chinchaladze</b> On some methods for calculating cusped prismatic shells	8
<b>K. Ckhikvadze, S. Nizharadze, L. Qadjaia</b> Mechanical supporting ring structure for a conical parabolic reflector	10
<b>G. Gabrichidze</b> Order and disorder	11
<b>V. Gogadze</b> The use of double cylindrical links in crane-transport and moto-transport machines	12
<b>B. Gulua</b> Solution of boundary-value problems of plates by the Vekua method for approximations $N = 1$ And $N = 2$	12
<b>A. Hasanoglu (Hasanov)</b> Some new classes of inverse coefficients in nonlinear mechanics and computational material science	13

<b>G. Jaiani</b>	
On models of layered prismatic shells	14
<b>R. Janjgava</b>	
About one variant of construction of approximate solutions of some boundary value problems of mathematical physics	16
<b>L. Jikidze, V. Tsutskiridze</b>	
Unsteady simultaneous rotation problem of the infinite porous plate and surrounding fluid with account of magnetic field and heat transfer in case of variable electric conductivity and injection velocity	16
<b>R. Kakhidze</b>	
Calculation of reinforced concrete thin-walled structures	17
<b>M. Kalabegashvili, D. Tabatatadze, K. Iasvili</b>	
The examination of rectangular in plan shallow shells and plates at supports settlement by consideration of material creeping	19
<b>G. Kapanadze</b>	
The plane problem of the theory of elasticity for a polygonal domain with a rectilinear cut	20
<b>N. Khomasuridze<sup>†</sup>, N. Zirakashvili</b>	
On a method for determining the elastic equilibrium of a confocal elliptic ring	21
<b>G. Kipiani, M. Losaberidze</b>	
Perturbation of the orthotropic half-plane under action of the loading moving with constant velocity along the boundary	21
<b>S. Kukudzhanov</b>	
On the termooscillations of beforehand stressed shells of revolution, close by their form to cylindrical ones, with an elastic filler	22
<b>B. Maistrenko, J. Rogava, K. Shashiashvili</b>	
On the construction of the algorithm of the numerical computation for one-dimensional hierarchical model of cusped prismatic shells	23

<b>L. Makharadze, M. Losaberidze, S. Steriakova</b>	
Algorithms and computer software for discharge hydraulic transport systems safe operation for definition of optimal values of mechanical-pneumatic dampers operational and construction parameters	25
<b>Tamar Meunargia</b>	
On the refined theories of elastic plates	26
<b>Tengiz Meunargia</b>	
On the nonlinear theory of non-shallow shells	26
<b>W. H. Müller</b>	
The movement of the earth: analytical and numerical simulations	27
<b>D. Natroshvili</b>	
Regularity of solutions to mixed interface crack problems	28
<b>G. Nozadze, M. Losaberidze, N. Khomasuridze<sup>†</sup></b>	
Equivalent representation of some boundary value problems of linear elasticity by means of superposition of relatively simple boundary value problems	29
<b>A. Papukashvili, J. Rogava, Z. Vashakidze</b>	
On the numerical solution of contact problem for poissons and Kirchhoff equation system	30
<b>D. Pataraiia, E. Tsotseria, A. Kartvelishvili, R. Maisuradze</b>	
Some issues of modeling and calculation of cable-rod structures	32
<b>J. Peradze</b>	
The error of a solution of a nonlinear static beam problem	33
<b>L. Shapakidze</b>	
On the instability and transition to turbulence of flows between permeable cylinders	34
<b>N. Shavlakadze</b>	
The solution of contact problems of viscoelasticity for plates with elastic inclusion	35

<b>I. Tsagareli, L. Bitsadze</b>	
Solution of BVPs In the full coupled theory of elasticity for a sphere with double porosity	35
<b>Z. Tsiklauri</b>	
An error of the iteration method for a ball nonhomogeneous beam equation	36
<b>T. Vashakmadze</b>	
On the application of complex and numerical analyses for some models corresponding to Karman type refined theories	38

# სარჩევი

## ა. აფციაური

ენტროპიის წარმოშობის დიფერენციალური განტოლება და სისტემებისათვის, როგორც წონასწორული გარემოდან ენერჯიის მიღების თეორიული საფუძველი 39

## ბ. ბედიაშვილი

საქართველოში მშენებლობაში გამოყენებული ანტისეისმური ღონისძიებები 40

## რ. ბოჭორიშვილი

რიცხვითი მეთოდები წრფივი ადვექციის განტოლებისთვის 42

## ა. ბრეგვაძე, ლ. სიჭინავა, თ. ჭანტურია

ზღვის სანაპირო ზოლის დინამიკის რიცხვითი მოდელირება და მისი საინჟინრო ასპექტები 42

## გ. გაბრიჩიძე

წესრიგი და უწესრიგობა 44

## ვ. გოგაძე

ორმაგი ცილინდრული სახსრების გამოყენება ამწესატრანსპორტო და საგზაო მანქანებში 44

## დ. გორგიძე, ზ. სირაძე

მრავალფენიანი სქელი ფილის ღუნვის ამოცანა თერმული ვეილს გათვალისწინებით 46

## ბ. გულუა

ვეკუას მეთოდით  $N=1$  და  $N=2$  მიახლოებისათვის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა 47

## თ. ვაშაყმაძე

კარმანის ტიპის დაზუსტებულ თეორიათა შესაბამისი ზოგიერთი მოდელისათვის კომპლექსური ცვლადის ფუნქციითა თეორიისა და რიცხვითი ანალიზის გამოყენების შესახებ 47

<b>გ. კაპანაძე</b> დრეკადობის ბრტყელი თეორიის ამოცანა სასრული მრავალკუთხა არისათვის წრიული ხვრელით	48
<b>რ. კახიძე</b> რკინაბეტონის თხელკედლიანი კონსტრუქციების გაანგარიშება	49
<b>ა. კუკუჯანოვი</b> წინასწარ დაძაბული, დრეკად შემავსებლიანი ცილინდრული ფორმასთან მიახლოებული ბრუნვითი გარსების თერმო რხევები	50
<b>ბ. მაისტერენკო, ჯ. როგავა, კ. შაშიაშვილი</b> წამახვილებული პრიზმული გარსის იერარქიული მოდელების ერთგანზომილებიანი კერძო შემთხვევისათვის რიცხვითი გათვლის ალგორითმის აგების შესახებ	51
<b>ლ. მახარაძე, მ. ლოსაბერიძე, ს. სტერიაკოვა</b> ალგორითმები და კომპიუტერული პროგრამა სადაწნო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მექანოპნემატური დემპფერების მუშა და კონსტრუქციული პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის	54
<b>თამარ მეუნარგია</b> დრეკადი ფირფიტების დაზუსტებული თეორიების შესახებ	55
<b>თენგიზ მეუნარგია</b> არაღამრეცი გარსების არაწრფივი თეორიის შესახებ	56
<b>დ. ნატროშვილი</b> შერეული ტრანსმისიის ამოცანების ამონახსნების სიგლუვის შესახებ	56
<b>გ. ნოზაძე, მ. ლოსაბერიძე, ნ. ხომასურაძე†</b> წრფივი დრეკადობის თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის ეკვივალენტური წარმოდგენა რამოდენიმე შედარებით მარტივი სასაზღვრო ამოცანის სუპერპოზიციით	57

<b>ა. პაპუკაშვილი, ჯ. როგავა, ზ. ვაშაკიძე</b> პუასონისა და კირჰხოფის განტოლებათა სისტემისთვის საკონტაქტო ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ	59
<b>დ. პატარაია, ე. წოწერია, ა. ქართველიშვილი, რ. მაისურაძე</b> ბაგირ-დეროვანი სტრუქტურების მოდელირებისა და გაანგარიშების ზოგი საკითხი	60
<b>ჯ. ფერაძე</b> არაწრფივი სტატიკური ძელის ამოცანის ამოხსნის ცდომილება	62
<b>მ. ყალაბეგაშვილი, დ. ტაბატაძე, კ. იაშვილი</b> გეგმაში მართკუთხა დამრეცი გარსებისა და ფილების გამოკვლევა საყრდენთა ჯდენისას მასალის ცოცვალობის გათვალისწინებით	63
<b>გ. ყიფიანი, მ. ლოსაბერიძე</b> საზღვრაზე მუდმივი სიჩქარით მოძრავი დატვირთვით გამოწვეული ორთოტროპული ნახევარსიბრტყის შეშფოთება	65
<b>ნ. შავლაყაძე</b> ბლანტიდრეკადობის საკონტაქტო ამოცანების ამოხსნა დრეკადი ჩართვის მქონე ფირფიტებისათვის	66
<b>ლ. შაფაქიძე</b> ფოროვან ცილინდრებს შორის სითხის დინებების არამდგრადობისა და ტურბულენტობაში გადასვლის შესახებ	67
<b>ხ. ჩარგაზია, ო. ხარშილაძე, გ. ზიმბარდო</b> უდს ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების თვითშენარჩუნება მაგნიტოსფეროს კუდში BBF დინებისას: მონაცემთა ანალიზი	68



<b>კ. ჩხიკვაძე, შ. ნიჟარაძე, ლ. ქაჯაია</b> მექანიკური ძალოვანი რგოლის კონსტრუქცია პარაბოლური კონუსური რეფლექტორისათვის.	70
<b>ნ. ჩინჩალაძე</b> წამახვილებული პრიზმული გარსების გათვლის ზოგიერთი მეთოდის შესახებ	71
<b>ი. ცაგარელი, ლ. ბიწაძე</b> დრეკადობის ბმული თეორიის სასაზღვრო ამოცანები ორგვარი ფორმების შემცველი სფეროსათვის	73
<b>ზ. წიკლაური</b> იტერაციული მეთოდის ცდომილება ბოლის არაერთგვაროვანი ძელის განტოლებისათვის	74
<b>ნ. ხომასურიძე†, ნ. ზირაქაშვილი</b> კონფოკალური ელიფსური რგოლის დრეკადი წონასწორობის მოსაძებნი ერთი მეთოდის შესახებ	75
<b>გ. ჯაიანი</b> ფენოვანი პრიზმული გარსების მოდულების შესახებ	75
<b>რ. ჯანჯღაღა</b> მათემატიკური ფიზიკის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამონახსნის აგების ერთი ვარიანტის შესახებ	77
<b>ლ. ჯიქიძე, ვ. ცუცქირიძე</b> უსასრულო ფოროვანი ფირფიტისა და გარემომცველი სითხის ერთობლივი ბრუნვის არასტაციონარული ამოცანა ცვლადი გამოჟონვის სიჩქარისა და ელექტროგამტარებლობის შემთხვევაში მაგნიტური ველისა და სითბოგადაცემის გათვალისწინებით	78

The selection and presentation of material and opinion expressed in this publication are the sole responsibility of the authors concerned.

**English Editor:** Ts. Gabeskiria

**Technical editorial board:** M. Sharikadze  
M. Tevdoradze

ინგლისურის რედაქტორი: ც. გაბესკირია

ტექნიკური სარედაქციო კოლეგია: მ. თევდორაძე  
მ. შარიკაძე

ტირაჟი: 100 ეგზემპლარი