

## **ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

Міжнародна заочна мультимедійна (інтернет) конференція

**«Роль фізики в розвитку міждисциплінарних наукових і  
навчальних напрямків»**

2-5 травня, 2016, Одеса

---

***PhysIST-2016***

---

## **PROGRAM & BOOK OF ABSTRACT**

International multimedia (WEB) Conference

**Physics for Interdisciplinary Science and Teaching**

2-5, May, 2016, Odesa

## ЗМІСТ / CONTENT

<i>Герасимов О.І.</i> Гранульовані матеріали навколо нас .....	4
<i>Gerasymov O.I., Spivak A.Ya. and Vandewalle N.</i> Multiscaled analysis of impulse/energy transport in 1D nonhomogeneous Herzian chain .....	4
<i>Gerasymov O.I., Aliotta F. and Vasi C.</i> Semiempirical Kirkwood-Buff interpretation for isothermal compressibility excess of liquid binary mixtures .....	5
<i>Andrianova I.S.</i> Fractional dynamics in porous media: application to some environmental processes .....	6
<i>Khudyntsev. M.M.</i> Beginning of granular photonics .....	7
<i>Gerasymov O., Lukyanchuk O.</i> Radioactive hormesis: definitions, misconceptions, debates and its relevance to risk assessment and environmental safety technologies .....	8
<i>Bezpalchuk V.M., Gusak A.M.</i> Computer simulation of spinodal decomposition by kinetic mean field method .....	9
<i>Zipovias S.V.</i> Physics meet medical surgery .....	10
<i>Герасимов О.І., Софронков А.Н., Попова Н.Д.</i> Фізичне моделювання адсорбційних властивостей графена .....	10
<i>Кудашкіна Л.С., Курятников В.В.</i> Роль фізики у моделюванні освітньої системи підготовки фахівців у галузі захисту навколишнього середовища .....	12
<i>Курятников В.В.</i> Моделювання міграції радіонуклідів у ґрунті та ґрунтово-екологічний радіаційний моніторинг .....	12
<i>Курятников В.В., Кільян А.М., Співак А.Я.</i> Моделювання спектрів гамма-випромінювання та використання віртуальної гамма-лабораторії GammaLab у навчальному процесі .....	13
<i>Сергунова О.Д.</i> Квазігідродинаміка піщаних дюн .....	14
<i>Сергунова О.Д.</i> Піщані бурі .....	14
<i>Спаській І.Д.</i> Нерівноважний аналіз як евристичний інструментарій економічної теорії та господарської практики .....	15

<i>Вартанян Г.В.</i> Роль еконофізики у регіональній економіці .....	16
<i>Дяденчук А.Ф.</i> Напівпровідникові оксидні нанотрубки .....	17
<i>Калінчак В.В., Софронков О.Н., Черненко О.С.</i> Теплофізика каталітичних газоаналізаторів домішок горючих газів .....	18
<i>Ковальчук В.І., Куба І.Ю., Лаврухін В.В.</i> Використання мембранних технологій для обробки стічних вод АЕС .....	19
<i>Кишневський В.П., Дорож О.А.</i> Фізична модель для дослідження сорбції борної кислоти .....	19
<i>Контуш С.М., Черненко О.С., Калінчак В.В.</i> Розвиток фізичних основ лазерних лічильників частинок аерозолів .....	20
<i>Костевич Б.О.</i> COMSOL MULTIPHYSICS як інструментальний засіб фізичного моделювання .....	21
<i>Лепіх Я.І., Карпенко А.О.</i> Метод формування діаграми направленості рупорного випромінювача за допомогою імпедансних сповільнюючих структур .....	22
<i>Попова Н.Д.</i> Роль фізики в організації навчання дисципліни «Основи охорони праці та БЖД» .....	22
<i>Салівон О.Ю.</i> Порівняння моделей взаємодії біотканин та лазерного випромінювання при лікуванні судинних порушень .....	23
<i>Хайдуров В.В.</i> Деякі питання обернених задач теплопровідності .....	24
<i>Черненко О.С, Зінченко Ю.А., Калінчак В.В., Куземко Р.Д.</i> Прикладні аспекти теплофізики горіння пиловугільного палива в фурмовому вогнищі доменної печі .....	25
<i>Шамшин О.П.</i> Фізичне моделювання структурної динаміки при фазових переходах у чистих і домішкових кристалах сегнетоелектриків .....	26

## ГРАНУЛЬОВАНІ МАТЕРІАЛИ НАВКОЛО НАС

**О.І. Герасимов**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
ogerasymov@mail.ru

Робота присвячена огляду стану досліджень в актуальному напрямі сучасної фізики м'якої матерії, що стрімко розвивається: фізиці гранульованих матеріалів, які проявляють унікальні, проміжні по відношенню до відомих агрегатних станів: газів, рідин, аморфних і твердих тіл і які є складними, багаточастинковими, нелінійними, динамічними, диссипативними мікромеханічними системами.

Висвітлюються деякі типи, часто екстраординарні, як структурні так і динамічні властивості таких систем, а також обговорюються окремі напрями (у тому числі, ті що належать авторові) їх досліджень. Дискутуються проблеми і перспективи розвитку загальної теорії і методів фізичного і чисельного моделювання таких матеріалів, їх адекватність, а також - теми і питання, які кидають виклик фізиці гранульованої матерії

## MULTISCALED ANALYSIS OF IMPULSE/ENERGY TRANSPORT IN 1D NONHOMOGENEOUS HERZIAN CHAIN

**O.I. Gerasymov, A.Ya. Spivak, N.Vandewalle+**

*Odessa State Environmental University, Ukraine*

*+GRASP, University of Liege, Belgium*

ogerasymov@mail.ru

Familiar FPU problem nevertheless has been studied in many details leave to us a set of nonclear aspects concerned physical argumentation of dynamic processes which happens at intermitency between discrete and continuous limits of the equations which governed the wave transport in complex dynamic media.

Towards these aspects the intensive study of the transmission of energy impulse through the low-dimensional systems of discrete particles which interact with each others by elastic forces shows us the possibility of specific transformation which happens between dispersive and nonlinear modes (like solitons). We show how already in the linear approximation in nonhomogeneous systems the formation of nonlinear modes can be induced with the help of disordering which interplay with other parameters like nonlinearity and dimension. For low-dimensional (1D) systems which are always topologically ordered we apply Dayson concept of disorder to show the possibility of the formation of localized modes already in linear limit.

We found a set of rigorous solutions of governed equations for wave transmission through 1D Hertzian chains either under the finite length or infinite length including the case of specific decoration.

Obtained results shows a complex multiscaled character of the wave transport in 1D nonhomogeneous systems of the force centers which happens at intermitency between discrete and continuous limits for governed equations. The applicability of WKB approach

for linking the solutions related to the different scales of wave transport in inhomogeneous media has been discussed.

1. Gerasymov O.I., Vandewalle N. Towards rigorous solutions of the problem of impulse transport in nonhomogeneous Hertzian chain. //Ukrainian Journal Dopovidi NAN.-2012.-№8.-C.67.
2. Lumay G, Dorbolo S, Gerasymov O and Vandewalle N. Experimental study of a vertical column of grains submitted to a series of impulses. //Eur. Phys. J. E -2013.-Vol.36, N16.

## **SEMIEMPIRICAL KIRKWOOD-BUFF INTERPRETATION FOR ISOTHERMAL COMPRESSIBILITY EXCESS OF LIQUID BINARY MIXTURES**

**O.I. Gerasymov, F. Aliotta+ and C. Vasi+**

*Odessa State Environmental University, Ukraine*

*+Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per i Processi Chimico-Fisici,  
Messina, Italy*

gerasymovoleg@gmail.com

In describing any structuring effect resulting from mixing in any multicomponent system, the relevant information can be get from the knowledge of the values of the thermodynamic parameters as volume, pressure, temperature and chemical potential. In principle, one can be led to imagine that a comparison of the state functions of the mixture with those corresponding to the pure components can be enough for extracting information about the nature of the interaction among components. Even if such an approach is widely adopted, it should be clear that it faces us immediately with the difficulty of introducing a number of definitions and approximations.

A relatively simple example can be represented by the binary mixture of two pure liquids which are able to dissolve one into the other over the whole range of possible concentrations. If one would be able to define a reference system, in which the two pure components have exactly the same properties of the real systems and in which the properties of the mixture are not affected by the mixing, then the play would be done. Any deviation of the properties of the real system from those of the reference system can be immediately assigned to the interaction between the components after the mixing. Following such an approach the reference systems is immediately individuated: it should be a system where i) each of the two components has no tendency towards self-aggregation; ii) the two existing species have no tendency to aggregate one each the other; iii) no structuring effect takes place due to excluded volume interactions. Strictly speaking, the condition i) and ii) can be related with the chemical nature of the two species but the condition iii) implies the assumption of a vanishing density. Apparently we have reached the conclusion that a low density mixture of the two components, i.e. a gas-like system, can represent a good candidate as the reference system. Once the reference has been individuated, we have just to compare the experimental values with the prevision from an ideal model following the Raoult's law. It is quite obvious how the above defined reference state can be over-simplified. In dealing with systems characterized by a not negligible density any comparison with ideal

behaviors must be taken with serious caution. Ideality implies the assumption that each of the volumetric and energetic properties of the mixture can be written as the linear combination of those of pure components, weighted by their relative concentrations. The idea arises from the observation that any quantity can be locally expressed as a linear expansion, which means that can be locally approximated by the tangent at its representative curve in the point of interest. But the extrapolation of the linear behavior towards the pure component often shows the existence of some divergence, which means that the pure component alone can be affected by excess volume. One can try to overcome such a difficulty reversing the perspective, i.e. adopting the experimental value for one of the pure components as the reference and linearly extrapolating this value making it vanishing. The present paper is devoted to semiempirical interpretation of the excess properties of simple binary mixtures with help of Kirkwood-Buff theory (KB) which formally based on determination of statistical correlative integrals [1]. We propose semiempirical Pade-interpolation of KB expression which we made selfconsistent after superimposition with experimental information concerned isothermal compressibility of selected binary mixtures. By use of this semiempirical construction we got an output in form of expression for isothermal compressibility excess which depends only from the concentrations of the components and the partial parameters of the reference systems. Theoretical description described upper, we compare with experimental study of / binary mixture .We got satisfactory agreement of theoretical results and experimental data (which has been extracted from the sound speed measuring [2]).

1. Gerasymov O.I. Statistical description of excess properties of many-particle binary systems. *Ukr.Journ.Phys.*(2015)-Vol.60, N4.-P.324.
2. F. Aliotta, J.Gapinski, M.Pochulsky, R. Ponterio, F.Saija, 210 G.Salvato, J. Phys. Chem. (2007), Vol.126, 224508.

## **FRACTIONAL DYNAMICS IN POROUS MEDIA: APPLICATION TO SOME ENVIRONMENTAL PROCESSES**

**I.S. Andrianova**

*Odessa State Environmental University, Ukraine*  
andris41@yandex.ru

In the past three decades, fractional and fractal calculus (that is, calculus of derivatives and integral of any arbitrary real or complex order) appeared to be an important tool for its applications in many fields of science and engineering. This theory allows facing, analytically and/or numerically, fractional differential equations and fractional partial differential equations. In particular, one of the several applications deals with anomalous diffusion processes. Anomalous diffusion has been known since Richardson's treatise on turbulent diffusion in 1926 [1] and today, the list of system displaying anomalous dynamical behavior is quite extensive.

For example, the prediction of landslides and the discovering of the triggering mechanism is one of the challenging problems in earth science. Landslides can be triggered by different factors, but in most cases the trigger is an intense or long rain that

percolates into the soil causing an increasing of the pore water pressure. The technique of fractional calculus is suitable for modeling the water infiltration (i.e., the pore water pressure diffusion in the soil) and the dynamical processes in the fractal media [2, 3]. Considering that our understanding of the triggering mechanisms is limited and alternative approaches based on interconnected elements are meaningful to reproduce transition from slowly moving mass to catastrophic mass release, we are motivated to investigate mathematical methods, as fractional calculus, for the comprehension of non-linearity of the infiltration phenomena and particle-based approach to achieve a realistic description of the behavior of granular materials..

1. Richardson L. F. Atmospheric diffusion shown on a distance-neighbor graph // Proc. R. Soc. Lond. –1926. – A 110. – p. 709-737.
2. Tarasov V. E. Fractional Hydrodynamic Equations for Fractal Media // Annals of Physics – 2005. – №318(2).– p. 286-307,
3. Fukuzono T. A new method for predicting the failure time of a slope// Proc. 4th Int. Conf. Field Workshop Landslides. Tokyo: Jpn. Landslide Soc.–1985– p.145–150.

## **BEGINNING OF GRANULAR PHOTONICS**

**M.M. Khudyntsev**

*Odessa State Environmental University, Ukraine*  
nh@te.net.ua

The theoretical background and the basis for a new direction of solid state optic – granular photonics has been discussed considered. Concept basis related to propagation of electromagnetic radiation in the different systems which morphology developed in meso- and macro-scales (granular materials) is applied for describing of their specific properties (namely, the existence of band-gape- like effects in electromagnetic waves propagation). Relevant experiments related to granular photonics which are already reported has been discussed.

## **RADIOACTIVE HORMESIS: DEFINITIONS, MISCONCEPTIONS, DEBATES AND ITS RELEVANCE TO RISK ASSESMENT AND ENVIRONMENTAL SAFETY TECHNOLOGIES**

**O. Gerasymov, O. Lukyanchuk+**

*Odessa State Environmental University, Ukraine*  
*+Odessa National Medical University, Ukraine*  
ogerasymov@mail.ru

A nuclear probabilistic risk or safety assessment (PRA or PSA) is a scientific calculation that uses very pessimistic assumptions and models to determine the likelihood of plant or fuel repository failures and the corresponding releases of radioactivity. Although PRAs demonstrate that nuclear power plants and fuel

repositories are very safe compared with the risks of other generating options or other risks that people readily accept, frightening negative images are formed and exaggerated safety and health concerns are communicated. Large-scale tests and experience with nuclear accidents demonstrate that such incidents expose the public to low doses of radiation, and a century of research and experience have demonstrated that such exposures are beneficial to health. PRAs are valuable tools for improving plant designs, but if nuclear power is to play a significant role in meeting future energy needs, we must communicate its many real benefits and dispel the negative images formed by unscientific extrapolations of the harmful effects that occur at high radiation doses.

is no evidence of an increase in the incidence of adverse genetic effects, even among the Japanese atom bomb survivors. On the contrary, there is evidence of lower incidence of congenital malformations after exposure to low dose rate radiation. And there is evidence of a lower incidence of cancer mortality. Secondly, the probabilities for events and the corresponding radiation doses used in PRAs are unrealistically high. Recently, an evolutionrevolution has begun in safety analysis technology to examine the assumptions and the conservatisms in order to model reality more accurately [1].

Recent discoveries indicate that oxidative DNA damage occurs naturally to living cells at an enormous rate. Survival to old age depends on the performance of a very capable damage-control biosystem, which prevents, repairs, or removes almost all the DNA alterations.[2] Those DNA alterations not eliminated by this protective system are residual mutations, a very small fraction of which eventually develops into cancer. The rate of DNA mutations caused directly by background radiation compared with the rate produced by endogenous oxygen metabolism is extremely small. While high doses decrease biosystem activity, causing increased cancer mortality, low doses stimulate biosystem activity causing lower-than-normal cancer mortality. Stimulation of the immune system increases the attack and killing of cancer cells (including metastases) globally [3].

The evidence of hormetic effects of radiation exposure on cancer has lead to recent applications of whole-body, low-dose irradiation therapy for cancer, with no symptomatic side effects [4]. Research has demonstrated that a low dose increases cancer latency even in individuals who are radiation sensitive and cancer prone [5]. Even chronic exposures appear to prevent cancer and genetic defects, based on a study of 10,000 residents who lived 9-20 years in Co-60 contaminated apartments – a collective dose of 4000 person-Sv. About 230 cancer deaths were expected, plus 70 radiation-induced deaths, but only 7 were observed. Forty-six genetic defects plus 18 radiation-induced cases were expected, but only 3 were observed. In 1983, the average dose was about 74 mGy, and the maximum was 910 mGy – well within the range of biopositive effects.

We address to given upper overview the question:can we propose any biophysical model where somewhat like hormesis(or simply positive criterium)could comes from more or less clear (even model) argumentation? Taking into account a definitive nonlinear character of the phenomena (as in general all the problem of environmental safety technologies are) we preliminarily conclude that the problem at the moment can be qualified just as a phenomena like stochastic resonance in the theory of dynamic systems [ 6 ].We discuss also the problems of the existence (absence ) of reproducible phenomenological basis(statistics) which can be trusted ,observable reminiscences with physical phenomena (phase transitions and critical processes )and the ways of

developing practical analytical models which can increase theoretical basis of environmental safety technologies and risk assessments related to issue of radiative instrument.

1. LUXAT JC. "Safety Analysis Technology: Evolution, Revolution and the Drive to Re-establish Margins. Can Nucl Soc Bulletin 2000;21(2):32-39.
2. POLLYCOVE M, FEINENDEGEN LE. "Radiation-Induced versus Endogenous DNA Damage: Possible Effects of Inducible Protective Responses in Mitigating Endogenous Damage". Human & Exp Tox 2003;22:290-306.
3. LIU S-Z. "Nonlinear Dose-Response Relationship in the Immune System Following Exposure to Ionizing Radiation: Mechanisms and Implications". Nonlinearity in Biology, Toxicology and Medicine 2003;1(1):71.
4. CUTTLER JM, POLLYCOVE M. "Can Cancer be Treated with Low Doses of Radiation?" J Am Phys Surg 2003;8(4):108-111.
5. MITCHEL RE, JACKSON JS, MORRISON DP, CARLISLE SM. "Low Doses of Radiation Increase the Latency of Spontaneous Lymphomas and Spinal Osteosarcomas in Cancer-prone, Radiation-sensitive Trp53 Heterozygous Mice". Radiat Res. 2003;159(3):320-327.
6. Moss F, Ward LM, Sannita WG 2004. "Stochastic resonance and sensory information processing: a tutorial and review of application". Clinical Neurophysiology 115 (2): 267.

## **COMPUTER SIMULATION OF SPINODAL DECOMPOSITION BY KINETIC MEAN FIELD METHOD**

**V.M. Bezpalcuk, A.M. Gusak**

*Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine  
bezpalcukv@gmail.com*

The general description and application of the Marten-Erdelyi-Beke kinetic mean field method (KMF) for atomistic computer simulation are presented. This model determines that concentration prescribes to a particular site (atom). Rate of change of concentration in each site of sample is defined according to matter conservation and corresponding local flux density balance at each site.

The research aims at the improvement of the KMF method and simulation with it the process of the spinodal decomposition in the binary alloy sample. The original method was generalized for vacancy diffusion mechanism at three-dimensional case. The simulation, by generalized KMF method for three-dimensional sample case, was made for binary alloy nanoparticles and nanowires. Using the original and the expanded methods the computer simulation of spinodal decomposition for binary system, was made, using different asymmetry coefficients and values of components mobility.

1. Martin G. Atomic mobility in Cahn's diffusion model / G. Martin // Phys. Rev. B – 1990. – Vol. 41.– P. 2279-2283.
2. Erdélyi Z. Interface Sharpening instead of Broadening by Diffusion in Ideal Binary Alloys / Z. Erdélyi, I. Szabó, D. Beke // Phys. Rev. Lett. – 2002. – Vol. 89.

3. Storozhuk N. Mean-field and quasi-phase-field models of nucleation and phase competition in reactive diffusion / N. Storozhuk, K. Sopiga, A. Gusak // Philosophical Magazine .– 2013. – Vol. 93. – P. 1999-2012.

## **PHYSICS MEET MEDICAL SURGERY**

**S.V. Zipovias**

*Odessa National Medical University, Ukraine*  
physics@odeku.edu.ua

Small amounts of air often get into the blood circulation accidentally during surgery and other medical procedures (for example a bubble entering an intravenous fluid line), but most of these air emboli enter the veins and are stopped at the lungs, and thus a venous air embolism that shows any symptoms is very rare.

Gas bubbles of oxygen, carbon dioxide and nitrogen when being injected into the degassed plasma and whole blood therefore has to be an object of detailed study either from the side of surgery or from physics (fluid mechanics and thermodynamics). For instance interesting question is to study the following effect: The bubble size is measured at time intervals until the bubble is completely dissolved in the liquid. We are not absolutely sure: isn't it? Is the bubble size only parameter which control this intuitive phenomena? Physical quantities governing the dissolution of gas bubbles are identified and their effects has to be examined in many details with accounting of medical circumstances. Especially this is important because a numerous applications of such a study which include the dissolution of gas emboli in human body and the extracorporeal oxygenation of the blood during open surgery. Naturally this research must be superimposed with medical observations which formate a phenomenological basis. This scenario could bring us to formulation an important practical (and argued theoretically, namely physically!) scenario of safed open surgery from catastrophic scenario which could happen. I would like to express my deep gratitude to Professor O.I. Gerasymov for his master governing of my orientation in outlined upper problem from the physical point of view.

## **ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРАФЕНА**

**О.І. Герасимов, А.Н. Софронков, Н.Д. Попова**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
ogerasymov@mail.ru

Відкриття, отримання та вивчення властивостей графена послужило основою для безлічі наукових досліджень. Будучи одношарової двовимірної вуглецевої структурою в складі кристалічного графіту графен цікавий своїми унікальними фізико-хімічними властивостями і перспективами їх прикладного використання. Йдеться про високу електро- і теплопровідності, регульованою шириною забороненої зони, залежно електронних характеристик від наявності на поверхні графену приєднаних радикалів різної природи, великий рухливості носіїв.

Крім того, багато зусиль докладається для пояснення структури графена. Результати експерименту та розрахунки, виконані методом молекулярної динаміки, вказують на хвилясту структуру графена. Цим намагаються пояснити природу стійкості його двовимірної кристалічної структури. Хоча повне розуміння в цьому питанні ще не досягнуто, і в багатьох лабораторіях проводяться активні експериментальні дослідження і розрахунки по даному питанню.

Більшість реальних поверхонь є неоднорідними [1-3]. Причиною неоднорідності, зокрема, можуть бути точкові дефекти. Настільки ж часто зустрічаються і лінійні дефекти, серед яких особливе місце займають сходи [1]. Залежно від методу синтезу, температури та інших умов, поверхня графена теж містить структурні дефекти., Які відображаються на його механічних, електронних і транспортні характеристики. Найбільш істотними є вакансійних, адсорбційних дефекти. Дефект Стоуна-Уельсу, а також дефекти дислокаційного типу, які проявляються в зміщенні фрагментів графенового шару один відносно одного (сходи).

Адсорбція простих молекул на неоднорідних поверхнях вивчалася, починаючи з 30-х років ХХ століття, і тоді ж були побудовані прості теоретичні моделі, що призводять при різних припущеннях до класичних ізотерм Тьомкіна, Фрейндліха-Зельдовича і т.д. [4]. У всіх цих моделях розглядалися тільки випадково розподілені точкові неоднорідності і не враховувалися латеральні взаємодії. Моделювання неоднорідних поверхонь, в тому числі і східчастих поверхонь, значно складніше, ніж моделювання однорідних систем [5-7]. Ми обговоримо просту модель шорсткою (ступінчастою) поверхні. В якості моделі адсорбційного шару приймемо модель ґраткової газу, розподіленого на квадратній решітці. Будемо враховувати латеральні взаємодії між найближчими сусідніми молекулами. Подальший аналіз проведемо з використанням методу трансфер-матриці. Підсумком є побудова фазових діаграм (тент) досліджуваної моделі. Наша мета - встановити немонотонна зміна залежності локальної ступеня покриття поверхні від хімічного потенціалу і, таким чином, показати можливість управління її властивостями за допомогою варіювання контрольованими параметрами моделі. Зв'язок контрольованих властивостей поверхні з її конкретно адсорбційними властивостями складе предмет подальших досліджень.

1. Zangwill A. *Physics at Surfaces*, Cambridge University Press, 1988.
2. Rudzinsky W., Everett D.H. *Adsorption of gases on heterogeneous surfaces*, Academic press, London, 1991.
3. Rudzinsky W., Steele W.A., Zgrablich G. (Eds.). *Equilibria and Dynamics of Gas Adsorption on Heterogeneous Solid Surfaces*, Elsevier, Amsterdam, 1997.
4. Tamaru K. *Dynamic heterogeneous catalysis*, Academic Press, New York, 1978.
5. Uebing C. *Phys. Rev. B.* 49 (1994) 13913.
6. Bulnes F., Ramirez-Pastor A.J., Zgrablich G. *Phys. Rev. E.* 65 (2002) 31603.
7. Tovbin Yu.K., Rabinovich A.B. *Langmuir*, 20 (2004) 6041.

## **РОЛЬ ФІЗИКИ У МОДЕЛЮВАННІ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Л.С. Кудашкіна, В.В. Курятников**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*

*kuryatnikov1@ukr.net*

Вивчення фундаментальних дисциплін в освітній програмі підготовки фахівців, і перш за все фізики, сприяє розвитку у випускників самостійного мислення та здібності самостійно приймати у практичних умовах потрібні рішення.

Особливостями моделювання освітньої системи підготовки інженерів у галузі захисту навколишнього середовища є:

- одне з центральних місць фізики серед інших дисциплін освітньої програми;
- загальна мета підготовки фахівців, яка складається у побудові фізико-технічних концепцій, фізичних моделей та засобів захисту навколишнього середовища;
- використання у навчанні фізичних (теоретичних та експериментальних) методів;
- вивчення фізичних моделей систем довкілля (агрегатні, термодинамічні, суцільно-механічні, за характером – нелінійні, динамічні та стохастичні);
- фізичний характер зовнішнього впливу, який являє собою активні та пасивні фактори (радіаційне опромінювання, електромагнітне, акустичне, теплове випромінювання, шкідливі домішки).

Професійна підготовка випускників (вивчення технологій, а також конструктивних та інженерних елементів технологічної системи захисту навколишнього середовища) будується на базі вивчення основних принципів та законів фізики.

Особливості методологічних аспектів опису рівнів та оцінки якості освіти у термінології компетенцій та результатів навчання, які полягають для даного випадку у превалюванні компетенцій, що мають фізичний зміст та забезпечують наповнення «ядра» освітньої програми фізичними принципами, методами та моделями.

## **МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ГРУНТІ ТА ГРУНТОВО- ЕКОЛОГІЧНИЙ РАДІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ**

**В.В. Курятников**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*

*kuryatnikov1@ukr.net*

Аналізується модель, у якій ґрунт розглядається як складна багатофазна система, що розбивається на ряд комірок, кожна з яких описується двома параметрами - константа транспортування та константа проникнення. Кожна з комірок відповідає певному геологічному ландшафту.

Розрахунки, які зроблені на підставі цієї моделі, показали обов'язкове зниження концентрації радіонуклідів за часом на автономних ландшафтах, що обумовлене відповідними значеннями констант транспортування та проникнення. На геохімічно підпорядкованих ландшафтах відбувається перерозподіл

радіонуклідів та їх накопичення за часом. Максимальний внесок в загальну дозу випромінювання дає ізотоп Cs у зв'язку з його порівняльно високою активністю.

Розглянута модель при своїй наявній простоті достатньо добре описує міграцію радіонуклідів та їх перерозподіл у складних ландшафтах, про що свідчить відповідність отриманих результатів відомим експериментальним даним.

Обговорюються питання достовірності базової інформації для оцінки та прогнозування загального радіоекологічного стану на забруднених територіях, яка отримується при проведенні ґрунтово-екологічного радіаційного моніторингу та статистичного аналізу даних радіаційного забруднення. Статистичний аналіз стосується також надійності методів та засобів радіаційного контролю при низьких значеннях вимірюваних параметрів близьких до фонових.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СПЕКТРІВ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ГАММА-ЛАБОРАТОРІЇ GAMMALAB У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

**В.В. Курятников, А.М. Кільян, А.Я. Співак**  
*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
kuryatnikov1@ukr.net

Потужним методом у навчанні радіоекологів на будь-якому етапі їх підготовки в ОДЕКУ є лабораторний практикум на комп'ютерній основі «ГАММАЛАБ», призначений для моделювання в реальному часі апаратних гамма-спектрів напівпровідникових та сцинтиляційних детекторів під час вимірювань джерел довільного радіонуклідного складу. Комплекс інтегровано до спектрометричного програмного забезпечення, яке постачається під маркою «ЛСРМ» - відомого виробника програмних продуктів у галузі спектрометрії [1].

Комплекс ГАММАЛАБ виконує задачі моделювання спектрального розподілу джерел довільного радіонуклідного складу, трансформації спектра при взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною, перетворення спектра в апаратний при реєстрації детектором.

Придбання вмінь та навичок, що є метою лабораторного практикуму, завжди заважала можливість непотрібного опромінювання у роботі з радіоактивними ізотопами. Однак завдяки віртуальній гамма-лабораторії GAMMALAB є можливість використання віртуальних джерел іонізуючого випромінювання, або їх моделей.

Створення та використання віртуальних джерел іонізуючого випромінювання дозволяє також удосконалити та розвинути методи дистанційної форми навчання, коли студенту поза межами навчального закладу потрібно отримати та засвоїти практичні знання та вміння при роботі із лабораторними приладами.

1. Пакет програм LSRM. Руководство пользователя.–Менделеево: ГП «ВНИИФТРИ», ООО «ЛСРМ», <http://www.lsrn.ru>.

## КВАЗІГІДРОДИНАМІКА ПІЩАНИХ ДЮН

**О.Д. Сергунова**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
physics@odeku.edu.ua

Гідродинаміка — розділ гідромеханіки про рух нестисливих рідин під дією зовнішніх сил і механічну взаємодію між рідиною й тілами при їх відносному русі.

Квазічастинки (від квазі ... і частки), одне з фундаментальних понять теорії стану речовини, що конденсує, зокрема теорії твердого тіла Частки середовища, що конденсує, підкоряються законам квантової механіки; тому властивості сукупності часток, складових тверде тіло (або рідина), можуть зрозуміти лише на основі квантових вистав. Розвиток квантової теорії середовищ, що конденсують, привів до створення спеціальних фізичних понять, зокрема до концепції. Одним із явищ, в яких виявляються особливості поведінки гранульованих матеріалів є формування і квазігідродинаміка в поведінці дюн.

Дюни (однина: дюна – нім. Dune), – форми рельєфу пісків, утворені вітровою акумуляцією. Пологий схил дюни повернутий назустріч вітру і має крутість 8-20°, а крутий підвітряний – приблизно до 32-33° для схилу, складеного сухим піском, і до 40° – зволженим піском. Висота дюни – від 5 до 30 м, також вони можуть рухатися зі швидкістю до 10 м на рік.

Процес утворення дюн розвивається в декілька стадій. Кожній стадії відповідає певний морфологічний тип еолових накопичень. Найбільші переформування вітром піщаного потоку відбуваються перед великими суцільними перешкодами. Безпосередньо перед перешкодами виникає зона підвищеної турбулентності. Внаслідок цього значна частина матеріалу відкладається на певній віддалі від перешкоди з навітряного боку, де формується асиметричний горбик з крутим підвітряним схилом. Первинні підвищення на піщаному березі можуть бути створені також штормовим береговим валом чи просто піщаними накопиченнями під дією вітру.

Але постійний напрямок вітру – це велика рідкість. Адже найчастіше вітер дує то з одного боку, то з іншого, і ось саме під таким вітром і народжуються найкрасивіші дюни у формі зірки з численними променями. Ось такі дюни можуть зберігатися не одну сотню років, а на десятки тисяч.

1. <http://verano.rv.ua/navkolishnij-svit/shho-take-dyuna/>
2. [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=1390](http://geoknigi.com/book_view.php?id=1390)
3. <http://www.meteoprog.ua/ua/news/41165/>

## ПІЩАНІ БУРІ

**О.Д. Сергунова**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
physics@odeku.edu.ua

Піщана буря (пилова буря) – атмосферне явище у вигляді перенесення куряви (великих кількостей пилу, часток ґрунту, піщинок) вітром із земної поверхні в

шарі висотою кілька метрів з помітним погіршенням горизонтальної видимості. При цьому спостерігається підйом піску у повітря і одночасно осідання пилу на великій території, а також пошкодження посівів і піщаними заносами. Вони бувають у степових, напівпустинних територіях планети. Виникання пилових бур зумовлено багатьма чинниками, серед яких головне місце посідають: сильний вітер (понад 10-15 м/с), сухість і розпиленість верхнього шару ґрунту, відсутність або слабкий розвиток рослинного покриву на полях, наявність великих відкритих ділянок. Узимку до зазначених факторів додається відсутність снігового покриву, неглибоке промерзання і слабка цементация ґрунту. При збільшенні сили потоку повітря, який проходить понад незакріпленими частинками, останні починають вібриувати, а потім «скакати». При повторюючих ударах об Землю частинки створюють дрібну пил, яка піднімається у виді суспензії. Нещодавнє дослідження припускає, що початкова сальтация крупинок піску за допомогою тертя індукцірує електростатичне поле. Ці частинки отримують негативний заряд, який звільнює ще більше частинок. Останньою значною пиловою бурею 23-24 березня 2007 р. було охоплено 125103 км<sup>2</sup>, що становило майже 20% площі України. Нині пилові бурі тимчасово виникають на півдні України. Насамперед у Донецькій, Запорізькій, Херсонській, Миколаївській та Одеській областях.

1. <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=676>; <http://www.eurad.uni.koeln.de>.
2. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Сергунова О.Д. Умови формування пилової бури над півднем України 23 березня 2007 р. та її наслідки для західної Європи. // Вестник гидрометцентра Чорного и Азовского морей.-2011.-№2(13).-С.47-51.

## **НЕРІВНОВАЖНИЙ АНАЛІЗ ЯК ЕВРИСТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ЕКОНОМІЧНОЇ ТЕОРІЇ ТА ГОСПОДАРСЬКОЇ ПРАКТИКИ**

**І.Д. Спаський**

*Одеський національний економічний університет, Україна*  
physics@odeku.edu.ua

Дослідження господарських систем дозволило виявити два основних параметра, які характеризують їх [господарських систем] стан і дозволяють встановити залежності з метою ймовірного прогнозування можливих сценаріїв розвитку. До таких параметрів відноситься рівень загальної енергії господарської системи і рівень ступенів свободи її окремих системо утворюючих елементів. Зміна рівня енергії системи і обмеження або збільшення ступенів свободи окремих її елементів відображає її сукупний статок і по суті визначає подальші сценарії розвитку.

Рівень енергії може бути визначений як рівень пасіонарного напруги, або як рівень ділової активності. кількість ступенів рухливості [свободи] пов'язано для господарських систем з рівнем розвитку техніки і з стан інфраструктури ринку. З історичного матеріалу відомо досить велика кількість прикладів [Неплюевское братство, технопарки Японії, селіконове долини та ін.], коли штучне збільшення енергії в господарській системі, одночасно зі збільшенням можливих варіантів [сценаріїв] поведінки окремих господарюючих суб'єктів викликають ефективне

системний розвиток. По суті проблема капіталізації будь-яких ідей і продуктів пов'язана саме з даними параметрами. Капіталізація безпосередньо залежить від того наскільки та чи інша ідея чи продукт збільшують енергію в системі і чи дають більший діапазон сценаріїв поведінки окремих її елементів. У плані економічної політики заходи, спрямовані на підвищення ділової активності [як збільшення енергії системи], одночасно з «Технологічними ін'єкціями» [як збільшення варіант поведінки господарюючих суб'єктів] є найважливішим інструментом свідомого вмещательства в економіку і критерієм його ефективності. Таке розуміння господарського розвитку та економічної політики має на увазі, що на перший план виходять безпосередньо цілі розвитку господарських систем, а не посилення впливу тих чи інших соціальних груп. Розвиток в даному випадку носить багато в чому непередбачуваний характер, однак для розвитку господарських систем матиме в цілому позитивний ефект.

## **РОЛЬ ЕКОНОФІЗИКИ У РЕГІОНАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ**

**Г.В. Вартанян**

*Одеський державний екологічний університет, Україна*  
annav.ee4ii@gmail.com

Соціально-економічне життя в Україні на сьогоднішній день можна охарактеризувати активним ростом різноманітності форм власності, економічної діяльності, організаційно-правових форм підприємств, виробництва продукції і послуг. В економіці відбулися істотні зміни. Одна з таких змін пов'язана з посиленням акценту на ситемну оцінку впливів та взаємодії економічних, соціальних та екологічних факторів господарської діяльності. Особливої уваги, з урахування політики децентралізації в країні, слід приділити регіональному розвитку. Це ставить завдання осмислення, дослідження і формалізації співіснування різноманітних (економічних, екологічних та соціальних систем) на мезо-рівні, та вплив цього співіснування на макроекономічні процеси.

Аксиомами класичної економіки є: споживач прагне максимальної корисності; виробник – максимального прибутку. Еконофізика будується за образом «Теорії систем, що розвиваються»: формалізуються реальна поведінка споживача (функція попиту) і виробника (виробнича функція) [1,3].

З кожним десятиріччям кількість параметрів в оцінці корисності продукту чи послуги, що надає виробник зростає. Змінюється поведінка споживача, його оцінка якості споживчих благ. Враховується не тільки економічність обраного продукту чи послуги, а також якість сировини, екологічність процесу виробництва і т. п. Внаслідок цих змін також змінюється поведінка виробника.

На рівні регіональної економіки оцінка поведінки споживача та виробника має враховувати різні фактори: економічний розвиток регіону, наявність природних ресурсів, соціальні фактори та ін. Відчутні зміни цих факторів будуть вагомо відобразатись на споживчій та виробничій функціях.

Моделювання споживчої та виробничої поведінки на регіональному рівні надасть змогу прогнозувати їх вплив на національну економіку та попередити негативні

економічні, екологічні та соціальні зміни, забезпечити стійкість соціо-економіко-екологічних систем (регіонів).

1. Д.С. Чернавский, Н.И. Старков, С.Ю. Малков, Ю.В. Коссе, А.В. Щербаков, Об эконофизике и её месте в современной теоретической экономике, УФН, 2011, т. 181, № 7, с. 15
2. Social and Economic Potential of Sustainable Development / Edited by L. Hens and L. Melnyk – Sumy: “University Book”, 2008. - 320 p.
3. An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance / Rosario N. Mantegna, H. Eugene Stanley. - CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS 2000. – 147 p.

## НАПІВПРОВІДНИКОВІ ОКСИДНІ НАНОТРУБКИ

**А.Ф. Дяденчук**

*Бердянський державний педагогічний університет, Україна*

*Djadenchukalena@rambler.ru*

У даний час запропоновані різні варіанти застосування вуглецевих нанотрубок в газових датчиках, які активно використовуються в екології, енергетиці, медицині і сільському господарстві [1-2]. Однак на заміну вуглецю можуть прийти й інші напівпровідникові матеріали. Прикладом таких матеріалів є оксид цинку ZnO. Синтез нанониток оксиду цинку - з'єднання, що володіє високою температурою плавлення і низьким тиском пари, ускладнений.

У даній роботі виготовлення масивів вбудованих нанотрубок оксиду цинку відбувалося в процесі відпалу поруватої поверхні ZnSe, отриманої методом електрохімічного травлення, в потоці атомарного кисню. Отримання нанотрубок здійснювалося в два етапи. На першому етапі отримували порувату поверхню ZnSe. На другому етапі, поруваті зразки відпалювали протягом 50 хв в потоці атомарного кисню при температурі 400 °С. Процес анодування призводить до утворення квантових ниток з діаметрами від декількох одиниць до сотень нм. У процесі відпалу відбувалися процеси термічного окислення поверхні: кисень дифундував в глибину пор, а цинк, що входить до складу поруватого напівпровідника, дифундував на поверхню, де і формувалися кристали оксиду цинку.

Для отриманої напівпровідникової квантової нитки циліндричної форми в результаті рішення стаціонарного рівняння Шредінгера знайдено енергетичні рівні носіїв заряду.

1. Дьячков П. Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / П. Н. Дьячков. – М. : Бинум, 2006. - 293 с.
2. Лозовик Ю. Е. Свойства и нанотехнологические применения нанотрубок / Ю. Е. Лозовик, А. М. Попов // УФН, т. 177, № 7. - 2007. - С. 786-799.

## ТЕПЛОФІЗИКА КАТАЛІТИЧНИХ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ ДОМІШОК ГОРЮЧИХ ГАЗІВ

**В.В. Калінчак<sup>1</sup>, О.Н. Софронков<sup>2</sup>, О.С. Черненко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна  
teplophys@onu.edu.ua

<sup>2</sup>Одеський державний екологічний університет, Україна

В роботі представлені результати комплексних досліджень механізмів гістерезису тепломасообміну та каталітичного безполум'яного стаціонарного стійкого горіння газоповітряних сумішей з домішками водню і аміаку на платинових частинках і дротиках [1-3]. Вивчені механізми впливу тепловтрат випромінюванням, дифузійно-кінетичного відношення (критерій Семенова), відношення коефіцієнтів концентраційної дифузії до температуропровідності газоповітряної суміші (критерію Льюїса), термодифузії та схеми реакції [2] на характеристики гістерезису тепломасообміну і їх виродження, на температуру та і швидкість каталітичного горіння в залежності від температури газоповітряної суміші, концентрації домішки горючого газу і приведенного діаметру металевих частинок (дротиків) каталізатора. Побудовано аналітичні моделі гістерезису тепломасообміну і кінетики горіння домішок горючих газів на металевих частинках (дротиках) каталізатора окислення при наявності тільки однієї односторонньої реакції першого порядку та двох паралельних реакцій першого порядку на прикладі каталітичного окислення аміаку. Запропоновано метод аналітичного отримання [2, 3] характеристик гістерезису тепломасообміну і кінетики горіння домішок горючих газів на частинках (дротиках) каталізатора у вигляді параметричних залежностей концентрацій і температур самозаймання та погасання від приведенного діаметру, в яких параметром виступає температура каталізатора. Сформульовано критерій променевого теплообміну з холодними стінками реакційного приладу у вигляді безрозмірного діаметру, менше якого залежність температури частинки (дротику) каталізатора лінійно залежить від концентрації домішки горючого газу, що необхідно для вибору режимів роботи термохімічного газоаналізатора.

1. *Калінчак В.В., Черненко А.С., Софронков А.Н.* Высокотемпературные и гистерезисные режимы каталитического окисления горючих газовых смесей на твердых катализаторах // *Inzynieria procesowa w ochronie srodowiska*. – Opole, 2008. – P. 113-126.
2. *Kalugin V.V., Kalinchak V.V and Chernenko A.S.* High-temperature ammonia oxidation over a platinum catalyst under conditions of the parallel formation of nitrogen-containing products // *Kinetics and Catalysis*. – 2015. – Vol. 56, №3. – pp. 335–342.
3. *Kalinchak V.V., Chernenko A.S. and Kalugin V.V.* Effect of the Concentration of a Combustible Gas on the Limiting Critical Conditions of Its Catalytic Oxidation // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. – 2015. – Vol. 88, Issue 3. – pp. 737-742.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ СТИЧНИХ ВОД АЕС

**В.І. Ковальчук, І.Ю. Куба, В.В. Лаврухін**

*Одеський національний політехнічний університет, Україна*  
kubaruba@bk.ru

Підприємства ядерного паливного циклу дають найбільший вклад в створення техногенного радіоактивного фону. При роботі блока АЕС потужністю 1000 МВт утворюється близько  $6 \cdot 10^{-3}$  ( $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{год})/\text{рік}$ ) рідких радіоактивних відходів (РАВ).

Переробка РАВ з використанням баромембранних технологій дозволяє доволі якісно та економічно їх концентрувати. Мембранна фільтрація є окремим випадком відділення часток, розмір яких близький або більше ніж молекул води. Для цієї технології використовують плівкові мембрани з контрольованим розміром пор.

Високоактивні продувні води перших контурів АЕС доцільно обробляти нано- та гіперфільтраційними (зворотно осмотичними) мембранами. А низькоактивні трапні води ефективно концентрувати за допомогою ультра- та мікрофільтраційних мембран.

Таблиця 1  
Ефективність зворотнього осмосу при відділенні радіонуклідів

Радіонуклід	Початкова активність, Бк/л	$K_{\text{оч}}$	Радіонуклід	Початкова активність, Бк/л	$K_{\text{оч}}$
$^{131}\text{J}$	$1,3 \cdot 10^4$	20	$^{95}\text{Zr}$	$4,1 \cdot 10^5$	300
$^{144}\text{Ce}$	$2,4 \cdot 10^5$	125	$^{89}\text{Sr}$	$1,5 \cdot 10^5$	40
$^{137}\text{Cs}$	$1,9 \cdot 10^5$	30	$^{60}\text{Co}$	$1,4 \cdot 10^5$	500

З таблиці видно, коефіцієнт очистки  $K_{\text{оч}}$  радіонуклідів при використанні зворотнього осмосу досить високий., що робить цю технологію переважною в порівнянні з традиційною фільтрацією.

## ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЇ БОРНОЇ КИСЛОТИ

**В.П. Кишневський, О.А. Дорож**

*Одеський національний політехнічний університет, Україна*  
odorog13@gmail.com

На атомних електростанціях з водо-водяними енергетичними реакторами застосовується система рідинного регулювання реактивності за допомогою борної кислоти, що дозволяє покращити розподілення енерговиділення в активній зоні. Установка СВО-2 призначена для очищення охолодженого недеаерованого теплоносія першого контуру від радіоактивних та хімічних домішок при всіх

операціях, пов'язаних зі зміною концентрації борної кислоти в контурі, при підвищенні концентрації хлоридів в теплоносії тощо [1].

На лабораторній моделі установки СВО-2 досліджено в динамічних умовах процеси сорбції-десорбції при рециркуляції розчину борної кислоти через фільтр, завантажений аніоном ядерного класу. Експериментально визначено насичення аніонитного фільтру в розчинах борної кислоти різних концентрацій, які характерні для умов роботи СВО-2 АЕС.

Отримані результати визначення обмінної ємності сильноосновного аніоніту при поглинанні борної кислоти можуть використовуватися для оцінки норм витрат борної кислоти на АЕС з урахуванням кількості борної кислоти, що поглинає аніоніт при очищенні розчинів борної кислоти високої концентрації.

1. Кишневский В.А.. Технологии подготовки воды в энергетике // В.А. Кишневский // Одесса: 2008, - 400 с.

## **РОЗВИТОК ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ЛАЗЕРНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЧАСТИНОК АЕРОЗОЛІВ**

**С.М. Контуш, О.С. Черненко, В.В. Калінчак**

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна  
teplophys@onu.edu.ua*

При проведенні екологічних досліджень важливим завданням є вимірювання концентрації в повітрі зважених частинок (частинок аерозолію). Відомо, що вдихання забрудненого повітря негативно впливає на здоров'я людини, особливо в легені потрапляють частинки малих розмірів (менших, ніж 2,5 мкм). Традиційний метод вимірювання концентрації частинок, заснований на осадженні частинок на фільтрі, дуже трудомісткий, не дає даних в режимі online і результатів вимірювань по фракціям. Фізичне явище розсіювання частинками світла дозволяє різко поліпшити процедуру вимірювання вмісту частинок аерозолію в повітрі. Відповідні оптичні прилади - лічильники частинок - сконструйовані багато років тому. Проте лише в останні роки в зв'язку з розвитком фотоніки, електроніки та комп'ютерної техніки з'явилися зручні для екологічних вимірювань прилади. На кафедрі теплофізики Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова спільно з ТОВ Новатек-електро розроблені лазерні лічильники частинок аерозолію [1, 2], які мають малі габарити і дозволяють протягом 1-2 хвилин отримати різноманітні відомості про навколишній аерозоль.

У них потік аерозолію перетинає лазерний промінь, і на підставі методу SPOS (single particle optical sizing) високочутливим фотоприймачем реєструються імпульси розсіяного окремими частинками світла. Вбудований комп'ютер обробляє отриману інформацію, і в кінцевому світлі на моніторі лічильника або зовнішньому комп'ютері виникають дані про масову концентрації частинок і про розподіл часток за розмірами. Лічильники прокалібровані за допомогою монодисперсних аерозолів, методи отримання яких розроблені на кафедрі. В лабораторних умовах знайдено добре узгодження між показаннями лічильника і методом відбору проб на фільтр.

Проведені численні вимірювання забруднення повітря в різних районах Одеси і в деяких інших містах.

1. Черненко А.С., Контуш С.М., Зинченко Ю.А., Калинин В.В., Калугин В.В. Определение гранулометрического состава порошков пылеугольного топлива автоматизированной системой // Приборы и методы измерений. – 2015. – № 1. – С. 87-93.
2. Контуш С.М., Щекатолина С.А., Гужва А.Ю., Бурлака Т.В. Лазерные счетчики частиц аэрозоля для экологических измерений // Физика аэродисперсных систем. – 2014. – Т. 51. – С. 109-114.

## **COMSOL MULTIPHYSICS ЯК ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ ЗАСІБ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Б.О. Костевич**

*ПВНЗ «Європейський університет», Черкаська філія, Україна*  
bohdan\_95@hotmail.com

На сьогоднішній день існує досить багато математичних пакетів, які розв'язують технічні задачі різного напрямку науки і техніки [2]. До таких пакетів можна віднести MatLab, MathCad, Maple та інші. Кожне середовище має свої переваги та недоліки. При розв'язанні технічних задач вбудованими бібліотеками, частіше використовують середовище Comsol Multiphysics. Основними перевагами даного середовища є: опис геометрії об'єкта довільної форми, використання методу скінченних елементів, швидкість та ефективність отримання чисельного розв'язку поставленої задачі. Слід відмітити, що Comsol Multiphysics використовує різні методи триангуляції області [1, 3]. Процес триангуляції є одним з основних компонентів середовища, оскільки реальні досліджувані об'єкти природи, як вже було сказано, можуть бути довільної геометричної форми. Моделі, які може розв'язувати Comsol, у переважній більшості описуються диференціальними рівняннями другого порядку у частинних похідних.

1. Воронцов А.Л. Анализ решений, выполненных методом конечных элементов [Текст] / А.Л. Воронцов, А.М. Дмитриев. Производство проката - 2004 - № 4. - с.3-11.
2. Зенкевич О. Конечные элементы и аппроксимация. [Текст] / О. Зенкевич, К. Морган — М.:Мир, 1986. — 318с.
3. Секулович М. Метод конечных элементов. [Текст] / М. Секулович. — М.: Стройиздат, 1993. — 661с.

## **МЕТОД ФОРМУВАННЯ ДІАГРАМИ НАПРАВЛЕНОСТІ РУПОРНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ ІМПЕДАНСНИХ СПОВІЛЬНЮЮЧИХ СТРУКТУР**

**Я.І. Лепіх, А.О. Карпенко**

*Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України,  
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна  
ndl\_lepikh@onu.edu.ua*

Розроблений метод формування заданої діаграми направленості (ДН) рупорного випромінювача (РВ) електромагнітних хвиль НВЧ діапазону введенням у його конструкцію імпедансних сповільнюючих структур. Отримані залежності просторового розподілу імпедансу сповільнюючих структур, що входять до складу РВ від форми заданої ДН. Особливість запропонованого методу полягає у тому, що формування ДН здійснюється не за рахунок виникнення в апертурі РВ хвиль вищих типів, а за рахунок просторово нерівномірної затримки основної хвилі  $H_{10}$  системою імпедансних сповільнюючих структур. Метод реалізований для пірамідального РВ з комбінованою формою стінок [1]. Для кожної точки об'єму, обмеженого стінками РВ з дискретністю, задаються електрофізичні властивості, а саме: коефіцієнт затримки швидкості поширення електромагнітних хвиль; коефіцієнт загасання; імпеданс. По відомому амплітудно фазовому розподілу (АФР) на виході РВ знайдені значення вказаних коефіцієнтів для кожного елемента імпедансної матриці, при яких і створюється дане АФР у апертурі рупора. Даний метод дозволяє моделювати практично будь-який АФР основної хвилі  $H_{10}$  у апертурі РВ. У результаті ДН РВ задається в широких межах і при цьому значно зменшується довжина РВ. Метод може бути корисним при розробках РВ.

1. Лепіх Я.І., Карпенко А.А. Метод расчета рупорного пирамидального излучателя волн СВЧ с криволинейной образующей // Радиоэлектроника. Известия высших учебных заведений 2008 г., Том 51., № 5-6., С. 22-33.

## **РОЛЬ ФІЗИКИ В ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЖД»**

**Н.Д. Попова**

*Одеський державний екологічний університет, Україна  
nadinpopova2011@mail.ru*

Закон України «Про вищу освіту», який вступив у силу з вересня 2014 року, визначає нові основні вимоги до організації навчального процесу у вищих навчальних закладах. Згідно з цим ведеться розробка «Освітньої професійної програми підготовки». Тому зараз доцільно оцінити роль фундаментальних наук у створенні навчально-методичних комплексів міждисциплінарних напрямків.

Охорона праці в нашій країні є пріоритетною при організації трудового процесу та в діяльності державних органів і громадських організацій. Задача вищих навчальних закладів полягає у підготовці фахівців, здатних до безпечної організації

робіт відповідно до вимог законодавства України з охорони праці. Для досягнення цієї мети студентам усіх напрямків підготовки усіх спеціальностей викладається навчальна дисципліна «Основа охорони праці та БЖД»

Сучасне виробництво характеризується наявністю різноманітних шкідливих чинників. У надзвичайно складній системі стосунків «людина-машина-середовище» важливо щоб підготовка у вишах фахівців передбачала оволодіння ґрунтовними знаннями техніки і технологій, властивостей та характеристик матеріалів, відповідності конструкцій та агрегатів характерові виробництва, які базуються на законах фізики. Без знання фундаментальних законів цієї науки неможливо засвоєння питань виробничої санітарії та гігієни, техніки безпеки на сучасному виробництві. Особливо це стосується безпечної експлуатації виробничого обладнання, вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, безпеки під час експлуатації котлів і різноманітних посудин, які працюють під тиском, електробезпеки, пожежної безпеки тощо.

Навчальна програма з дисципліни «Основа охорони праці та БЖД» передбачає проведення практичних або лабораторних робіт метою яких є оволодіння студентами засобами і методами дослідження параметрів виробничого середовища та трудового процесу, виявлення шкідливих та небезпечних виробничих чинників. Матеріал цих дослідів настільки пов'язаний зі знаннями законів фізики, що виникає питання про доцільність створювання сучасних науково-навчальних фізико-технічних лабораторій на базі яких студенти мали б можливість проводити лабораторні заняття та дослідницьку роботу з актуальних питань охорони праці.

## **ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ВЗАЄМОДІЇ БІОТКАНИН ТА ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ЛІКУВАННІ СУДИННИХ ПОРУШЕНЬ**

**О.Ю. Салівон**

*Київський національний університет України «Київський політехнічний  
інститут», Україна  
okssalivon@gmail.com*

Лазерні методики вимагають вивчення впливу випромінювання на біотканини, адже необхідно, щоб лікування було ефективним та безпечним. На розповсюдження оптичного випромінювання в біотканині впливає колір шкіри, наявність неоднорідностей, циркуляція крові по судинах [1]. Для вивчення цих процесів використовуються моделі. Універсальну модель, що відображає всі властивості біооб'єкта, створити неможливо. Модель дає можливість наближено описати явище, вирішити конкретну задачу. Моделювання температурних полів ґрунтується на теплофізичних характеристиках середовища: теплопровідності, теплоємності, густини. Рівняння теплопровідності враховує коефіцієнти поглинання. При роботі з динамічною структурою шкіри та судин нехтування показниками розсіювання призводить до хибності моделі. Опис поширення випромінювання в розсіювальних середовищах доцільно проводити за теорією переносу випромінювання. Для моделі переносу випромінювання використовують методи Кубелки-Мунка, дифузного наближення та Монте-Карло. Суть методу

Монте-Карло полягає у врахуванні явищ розсіювання та поглинання на всьому оптичному шляху фотона через непрозоре середовище [2]. Цей метод найточніший у моделюванні впливу випромінювання лазеру на судини за рахунок відсутності обмежень у відношенні геометричної конфігурації і діапазону значень оптичних параметрів.

1. Павлов С.В. Оптико-електронні засоби діагностування патології людини, пов'язаних із периферичним кровообігом: монографія / С.В. Павлов, Т.І. Козловська, В.Б. Василенко. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 140 с
2. Демкович І.В. Моделювання процесів взаємодії випромінювання з середовищами з врахуванням поглинання та розсіяння / І.В. Демкович, Г.А. Петровська // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”, № 708, 2011. – с. 138-144.

## **ДЕЯКІ ПИТАННЯ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ**

**В.В. Хайдуров**

*Черкаська філія ПВНЗ «Європейський університет», м. Черкаси, Україна  
allif@rambler.ru*

На сьогоднішній день існує досить багато фізико-технічних задач, які вимагають великої кількості обчислень. Одними з таких задач є обернені задачі, зокрема обернені задачі теплопровідності (ОЗТ). Відомо, що подібні задачі описуються у вигляді задач умовної оптимізації [1], у яких обмеженнями виступають зокрема нелінійні диференціальні рівняння математичної фізики, які фактично і описують сам фізичний процес.

Кожна ОЗТ зводиться до розв'язання певної кількості прямих задач теплопровідності (ПЗТ). Кожна ПЗТ зводиться до розв'язання системи рівнянь з розрідженими матрицями [2]. Будемо вважати, що сама система рівнянь є нелінійною. Її розмірність може бути досить великою, оскільки все залежить від обраної сітки, на якій розв'язується відповідна ОЗТ. У зв'язку з цим виникає ряд питань і завдань, які спрямовані на зменшення кількості обчислень для отримання чисельного розв'язку однієї ОЗТ. Основними з них є: коректність постановки ОЗТ, вибір чисельного методу розв'язання системи нелінійних рівнянь, вибір методу безумовної оптимізації, який би використовував мінімальну кількість викликів процедури чисельного розв'язку ПЗТ та вибір методу безумовної оптимізації, який би давав змогу отримати чисельний розв'язок ОЗТ з досить високою точністю.

1. Жалдак М.І. Основи теорії і методів оптимізації / М.І. Жалдак, Ю.В. Триус. Черкаси: Брама — Україна, 2005. — 608 с.
2. Воронцов А.Л. Анализ решений, выполненных методом конечных элементов / А.Л. Воронцов, А.М. Дмитриев. Производство проката – 2004 – № 4. – с.3-11.

## ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ТЕПЛОФІЗИКИ ГОРІННЯ ПИЛОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА В ФУРМОВОМУ ВОГНИЩІ ДОМЕННІ ПЕЧІ

О.С. Черненко<sup>1</sup>, Ю.А. Зінченко<sup>2</sup>, В.В. Калінчак<sup>1</sup>, Р.Д. Куземко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса,  
teplophys@onu.edu.ua

<sup>2</sup>ПАТ «ММК ім. Ілліча», м. Маріуполь

<sup>3</sup>Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь

Проведено моделювання горіння частинок пиловугільного палива (ПВП) в фурмовому вогнищі доменної печі з урахуванням стефанівського потоку, кінетики гетерогенних реакцій окислення і газифікації вуглецю, гомогенної реакції окислення чадного газу, турбулентного тепломасопереносу і теплового випромінювання [1-3]. В результаті отримано залежності, що дозволяють судити про ступінь впливу масової витрати вугільного пилу, дисперсності пилу, температури і масової частки кисню повітряного дуття на механічну повноту згорання, довжину кисневої зони і газовий склад. Збільшення масової концентрації пилу призводить до підвищення масової частки чадного газу в фурменій зоні і зниження повноти згорання палива. Зниження діаметра частинки ПВП і попередній нагрів дуття сприяє помітному зменшенню довжини кисневої зони. Масова частка кисню в дутті визначає коефіцієнт надлишку кисню і, отже, умови згорання вугільного пилу і кінцевий газовий склад.

Зольність вугілля призводить до зростання протяжності кисневої зони, зростання повноти згорання коксового залишку частки, проте зменшення загальної повноти згорання вугільної частинки.

Варіювання дисперсного складу пиловугільного палива при постійній масовій концентрації ПВП дозволяє варіювати частку цільового газу в продуктах згорання і механічну повноту згорання частинок ПВП.

1. Яворский И.А. Квантово-химические представления о механизме реагирования углеродных материалов с газами // в сборнике Кинетика горения ископаемого топлива. – Новосибирск, Наука: 1972. – С.5-27.
2. Зинченко Ю.А., Калинчак В.В., Черненко А.С., Куземко Р.Д. Оценка доли выгорания частиц пылеугольного топлива в фурменном очаге // Металл и литье Украины. – 2013. – № 12. – С. 9-16.
3. Kalinchak V., Zinchenko Yu., Chernenko A.S., Kuzemko R. D. Analytical determination of temperature of ignition and extinction of carbon particles with regard to thermal radiation and simultaneous reactions // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 8. – P. 568-575.
4. Orlovskaya S. G., Kalinchak V. V., Zui O. N. Effect of an internal reaction on the characteristics of high-temperature heat and mass transfer of gas suspensions of carbon particles // High Temperature. – 2014. – № 52, Vol.5. – P. 715–722.

**ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНОЇ  
ДИНАМІКИ ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДАХ У ЧИСТИХ І ДОМІШКОВИХ  
КРИСТАЛАХ СЕГНЕТОЕЛЕКТРИКІВ**

**О.П. Шамшин**

*Національна академія Національної гвардії України, Україна  
apshamshin@gmail.com*

Сегнетоелектрики й сегнетоеластики знаходять широке застосування в оптико- і акустоелектроніці, при виготовленні екранів смартфонів, скануючих обладнань, ВТНП, п'єзоелектричних силових приводах, енергонезалежній пам'яті. Побудова просторових моделей використовується для проектування п'єзоелектричних датчиків, для теоретичного розрахунку різних термодинамічних і електронних параметрів молекул і кристалів, для вивчення особливості їх геометричної будови, визначення форми й енергії молекулярних орбіталей, характеру розподілу електронної щільності, дипольного моменту і т. д.

У роботі побудовано 3d модель кристалічної структури змішаних твердих розчинів сегнетоелектриків сімейства  $\beta$ - $K_2SO_4$ . Вивчені дифракційні спектри, а також ІЧ і КР спектри, обумовлені конкуренцією декількох параметрів порядку. Розглядаються фазові переходи типу порядок-безладдя й типу зсуву, які окремо спостерігаються в чистих речовинах, так і одночасно існують у твердих розчинах. Вивчений зв'язок між структурними температурними змінами, що приводять до фазових переходів, і зміною фізичних властивостей кристалів.