

062  
К 38



# ВІСНИК

КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

спецвипуск 2015

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ВІСНИК**

**КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**СЕРІЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ**

**СПЕЦВИПУСК, 2015**

# ВІСНИК

КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ISSN 1812-5409

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Спецвипуск/2015

Засновано 1991 року

З 1991 року серії вісників Київського університету "Математика і механіка", "Фізика", "Моделирование и оптимизация сложных систем" реорганізовано у "Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки". У віснику містяться результати нових досліджень у різних галузях математики, інформатики, механіки, фізики та радіофізики для наукових працівників, викладачів, аспірантів, інженерів і студентів. Друкується за рекомендаціями вчених рад фізичного, радіофізичного, механіко-математичного факультетів та факультету кібернетики.

Журнал «Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки» включено до переліку фахових видань ВАК України та реферується в реферативному журналі та базах даних "ВИНИТИ", Росія, Москва

Відповідальний за видання Хусайнов Д. Я.

<b>ВІДПОВІДАЛЬНИЙ РЕДАКТОР</b>	А. В. Анісімов, чл.-кор. НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф.
<b>РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ</b>	Д. Я. Хусайнов (заст. відп. ред.), д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Аокі Тору, д-р філос., проф. (Шідзуока, Японія); В. В. Акіменко, д-р техн. наук, проф. (Київ, Україна); І. О. Анісімов, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Мілада Бартлова, д-р природи, наук, доц. (Брно, Чеська Республіка); Д. Б. Буй, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Л. А. Булавін, акад. НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); О. Ф. Волошин, д-р техн. наук, проф. (Київ, Україна); Ф. Г. Гарашенко, д-р техн. наук, проф. (Київ, Україна); Сергій Горлач, канд. фіз.-мат. наук, проф. (Мюнстер, Німеччина); Штефан Гудак, д-р інж., проф., (Кошице, Словачька Республіка); С. М. Єжов, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Я. О. Жук, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); В. А. Заславський, д-р техн. наук, доц. (Київ, Україна); В. В. Кириченко, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Ю. В. Козаченко, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); В. І. Кудін, д-р техн. наук, ст. наук, співроб. (Київ, Україна); М. В. Кухтарев, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Хантсвіл, США); В. А. Львов, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); В. А. Макара, чл.-кор. НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); М. В. Макарець, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); Артурс Медвідс, канд. фіз.-мат. наук, проф. (Рига, Латвія); М.О. Пересток, акад. НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); С. Д. Погорілий, д-р техн. наук, проф. (Київ, Україна); Міклош Ронто, д-р фіз.-мат. наук, проф., (Мішкольц, Угорщина); С. М. Савенков, д-р фіз.-мат. наук, доц. (Київ, Україна); В. А. Скришевський, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київ, Україна); С. І. Трофімчук, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Талька, Чилі)
<b>Редакційний відділ</b>	Т. Х. Анісімова (відп. секр.); О. О. Безущак, bezusch@univ.kiev.ua; В. В. Стукаленко, stu@univ.kiev.ua; Т. В. Родіонова, rodtv@univ.kiev.ua; Н. К. Хмелюк, khmeluk@univ.kiev.ua; Л. М. Сільвейструк (техн. ред.), sim-kim@ukr.net
<b>Адреса редколегії</b>	03680, Київ-680, просп. Глушкова, 4-д; факультет кібернетики, ☎ (38044)259 01 49
<b>Зареєстровано</b>	Міністерством юстиції України. Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 16299-4771Р від 11.12.09
<b>Засновник та видавець</b>	Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". Свідоцтво внесено до Державного реєстру ДК № 1103 від 31.10.02
<b>Адреса видавця</b>	01601, Київ-601, б-р Т. Шевченка, 14, кімн. 43 ☎ (38044) 239 31 72, 239 32 22; факс 239 31 28

ISBN 978-966-2142

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2015

## ЗМІСТ

### АЛГЕБРА, ГЕОМЕТРІЯ ТА ТЕОРІЯ ІМОВІРНОСТЕЙ

Хізанов В. Г. Порівняння оцінок функцій розподілу за цензурованими спостереженнями у моделі сумішей зі змінними концентраціями	11
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ, МАТЕМАТИЧНА ФІЗИКА ТА МЕХАНІКА

<b>Андрій Феофанович Улітко</b>	19
Альфавіцька С. О., Николишин М. М., Опанасович В. К., Слободян М. С. Згин пластини з наскрізною прямолінійною тріщиною за наявності пластичних зон у її вершинах з урахуванням контакту її берегів та зміцнення матеріалу	21
Балабанов В. О., Кізілова Н. М. Математичне моделювання артеріальних систем як бінарних дерев, які заповнюють об'єм простору	27
Бобильова Т. М. Рівняння для визначення власних частот осесиметричних коливань порожнистої пружної кулі	33
Борисейко О. В., Улітко І. А., Котюк Д. М. Інтерпретаційні моделі коріолісової дисперсії пружних хвиль в системі гармонічного осцилятора з двома ступенями вільності	37
Вайсфельд Н. Д., Журавльова З. Ю. Задача незв'язної термопружності для півсмуги	43
Васильєва Л. Я. Напружено-деформований стан півпростору при дії комбінованого термомеханічного імпульсного навантаження з врахуванням мікроструктурних перетворень в матеріалі	47
Войтко М. В., Кутлик М. М., Куриляк Д. Б. Резонансне розсіювання sh-хвилі скінченного тріщиною у пружному шарі	51
Гачкевич О. Р., Козакевич Т. В., Гаск М. Залишкові фазовий і напружений стани сталевий пластини, зумовлені рухомим розподіленим джерелом тепла і стаціонарним локальним температурним полем	55
Гачкевич О. Р., Терлецький Р. Ф., Турій О. П. Моделювання термомеханічної поведінки опромінюваних шаруватих тіл	59
Говоруха В. Б., Шевельова А. Є. Аналіз тріщини між двома п'єзоелектричними матеріалами в полі стискального напруження та зосереджених сил	65
Годес А. Ю., Лобода В. В. Контактна задача для дугової тріщини в електрострикційному матеріалі	69
Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маципура В. Т., Троценко Я. П. Дифракція хвиль на округленому жорсткому клині	73
Жук Я. О. Визначення розміру зони теплового руйнування шаруватих елементів конструкцій з п'єзоактивними шарами при гармонічному навантаженні	77
Жук О. П., Жук Я. О. Про характер дії радіаційної сили на сферичну краплю рідини в акустичному полі	81
Зражевський Г. М., Зражевська В. Ф. Одновимірною динамічною моделлю крихкого руйнування при поширенні пружної хвилі	87
Індіамінов Р. Ш. Магнітопружне деформування струмонесучої конічної оболонки з врахуванням ортотропії провідних властивостей	93
Калиняк Б. М. Характеристики матеріалів, які забезпечують нульові радіальні термонапруження у неоднорідному довгому порожнистому циліндрі	97
Карнаухов В. Г., Козлов В. І., Карнаухова Т. В. Вимушені резонансні коливання і дисипативний розігрів фізично нелінійних непружних пластин і оболонок з п'єзоелектричними сенсорами та актуаторами	101
Кашталян М., Піат Р., Гузь І. Моделювання руйнування метало-керамічних композитів з ламелярною мікроструктурою	107
Кіпніс Л. А., Дудик М. В., Дякон В. М. Особливості структури пластичної зони біля вершини міжфазної тріщини при переважаючих розтягуючих навантаженнях	111

Козачок О. П., Слободян Б. С., Мартиняк Р. М. Взаємодія пружного тіла та жорсткої основи з регулярною системою заповнених ідеальним газом прямокутних виїмок	115
Колодій Ю. О., Турчин І. М., Хома В. В. Змішана нестационарна задача теплопровідності для півбезмежної плити з двостороннім покриттям	119
Константинов О. В., Семенова І. Ю. Вплив узагальненої дисипації та сил поверхневого натягу на нелінійну динаміку системи «резервуар - рідина з вільною поверхнею»	125
Крамаренко Ю. О., Лимарченко О. С., Семенович К. О. Роль фактора сумісності руху рідини з вільною поверхнею при різних способах закріплення резервуару	129
Кривий О. Ф., Морозов Ю. О. Кругова міжфазна тріщина в кусково-однорідному трансверсально-ізотропному просторі під дією теплового потоку	133
Кундрат М. М., Заблотська Ю. В. Гранична рівновага та локальне руйнування пластини з двома накладками однакової довжини	139
Куриляк Д. Б., Лисечко В. О. Розсіювання плоскої акустичної хвилі на жорстких зрізаному та скінченному конусах	143
Лебедева І. В., Горошко О. О. Уловлювання та гальмування балістичних тіл пружним тросом	149
Лібов Д. Ю. До розв'язання задачі про неосесиметричні коливання пружного циліндра скінченної довжини	155
Лимарченко О. С., Губська В. В. Задача про нелінійні коливання резервуару у формі усіченого конуса частково заповненого рідиною під дією імпульсного навантаження	161
Михаськів В. В., Кирилова О. І. Плоска динамічна задача для циліндричного тіла довільного перерізу з тонким жорстким включенням	167
Можаровський В. В., Кузьменков Д. С. Реалізація розрахунку напружень багатощарових труб	173
Мусій Р. С., Мельник Н. Б. Термонапружений стан і несуча здатність порожнистої біметалевої кулі за дії електромагнітного імпульсу	179
Оксенчук Н. Д., Сенченков І. К., Якименко С. Н. Вплив тривалості теплового імпульсу на глибину мікроструктурних перетворень	185
Олійник В. Н. Про дисперсію хвиль деяких типів у легеневій паренхімі	189
Опанасович В. К. Двосторонній згин ізотропної пластини з круговим отвором і пружною шайбою за повного гладкого лінійчастого контакту складових	193
Опанасович В. К., Слободян М. С., Звізло І. С. Двовісний згин пластини з круговим отвором та двома співвісними крайовими радіальними тріщинами, береги яких контактують по області сталої ширини	197
Петрищев О. М., Михеева А. М. Розподіл енергії за типами хвиль у задачі збудження з поверхні пружного шару	203
Попов В. Г., Крутильні коливання пружного циліндра, зчепленого із пружним півпростором	207
Попович В. С., Вовк О. М. Термопружний стан контактуючих термочутливих півпросторів з тепловиділеннями впродовж певного часу на межі дотику	213
Приходько Д. Ф., Кір'єв А. М., Краснопольська Т. С. Стабілізація закритичного стрижня при вертикальній вібрації	219
Процеров Ю. С. Осесиметрична задача кручення багатощарового циліндра скінченної довжини з круговою тріщиною	223
П'ятецька О. В. Знаходження КЕМЗ при коливаннях п'єзоелектричних тіл з врахуванням втрат у матеріалі	229
Сальнікова А. М. Дослідження нелінійних коливань пружного троса	233
Семенович К. О. Внутрішній резонанс в системі резервуар-рідина на маятниковому підвісі	239
Середницька Х. І., Мартиняк Р. М. Міжфазна теплопроникна щілина змінної висоти у біматеріалі з нульовим параметром Дандерса	243
Сінчило С. В., Савельєва К. В., Симчук Я. В. Комп'ютерне моделювання квадратично нелінійної гіперпружної циліндричної хвилі	247
Сулим Г. Т., Олійник Н. Р., Піскозуб Й. З., Пастернак Я. М. Поздовжній зсув біматеріального бруса з міжфазною тріщиною з урахуванням фрикційного проковзування	251
Сулим Г. Т., Онишкевич В. М. Термопружний контакт півплощини з прямокутним жорстким штампом у разі подачі тепла на його зовнішню поверхню	255
Токовий Ю. В. Розв'язування тривимірних задач теплопровідності, пружності та термопружності для неперервно-неоднорідних тіл	261
Федорченко Л. М. Вплив фізичних властивостей матеріалу на напружений стан ортотропної сферичної оболонки з ортотропною електропровідністю	267

Фесенко Г. О. Контактна задача про втискування кругового штампа у півнескінченний пружний шар	271
Філіппова О. М., Кізілова Н. М. Дослідження руху в'язкої рідини у в'язкопружній камері з біоактивного матеріалу	277
Хотенко О. О., Хотенко І. М. Аналіз нелінійного рівняння Релея	283
Черевко В. О., Кізілова Н. М. Моделювання кінетики агрегації еритроцитів крові при проведенні тестів на алергію	287
Чумак К. А. Термопружний контакт тіл з хвилястими поверхнями за наявності теплопровідного середовища в міжконтактних зазорах	293
Шакері Мобаракє П., Грінченко В. Т., Зражевський Г. М. Чисельно-аналітичний метод розв'язання крайової задачі еліптичного типу для пластини у формі паралелограма	297
Яцків О. І., Швець Р. М. Визначення теплофізичних властивостей тонкого приповерхневого шару циліндра за відомими переміщеннями поверхні	305

### **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАТИКА**

Волошин О. Ф., Лавєр В. О. Нечіткі узагальнення методів розподілу у випадку нечітко заданих витрат і запасів грошей агентів	311
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### **РАДІОФІЗИКА**

Іванчук А. В., Кононов М. В. Вплив кількості інформації у вхідних даних на середнє значення бінарних синаптичних з'єднань в нейронній мережі з локальною обробкою інформації	317
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### **СУЧАСНА ФІЗИКА**

Макарець М. В., Прядко Д. І. Моделювання утворення і росту тріщин у нанокристалах кварцу методом молекулярної динаміки	325
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CONTENTS

### ALGEBRA, GEOMETRY AND PROBABILITY THEORY

Khizanov V. H. Comparison of CDF estimators by censored observations in mixture model with varying concentrations	11
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### DIFFERENTIAL EQUATIONS, MATHEMATICAL PHYSICS AND MECHANICS

<b>Andriy Feofanovych Ulitko</b>	19
Altavitska S. O., Nykolyshyn M. M., Opanasovich V. K., Slobodyan M. S. Bend of plate with through a lineal crack in the presence of the plastic zones in its tops taking into account contact of its banks and strengthening of material	21
Balabanov V. O., Kizilova N. M. The mathematical modeling of arterial systems as space-filling binary trees	27
Bobyleva T. N. The equation for determining the natural frequencies of axisymmetric oscillations of a hollow elastic sphere	33
Boriseiko O. V., Ulitko I. A., Kotuyck D. M. Interpretation models of Coriolis dispersion of elastic waves in the system of harmonic oscillator with two degrees of freedom	37
Vaysfel'd N. D., Zhuravleva Z. Yu. The problem of disconnected thermoelasticity for a semi-strip	43
Vasiljeva L. Ya. The stress-strain state of a half-space under a combined thermomechanical pulse loading with an account of microstructural transformations in a material	47
Voytko M. V., Kutlyk M. M., Kuryliak D. B. A resonance scattering of SH-wave by the finite crack in an elastic layer	51
Hachkevych A. R., Kozakevych T. V., Gajek M. Residual phase and stress distributions of a steel plate subjected to a moving distributed heat source and a local stationary temperature field	55
Hachkevych A. R., Terlet'sky R. F., Turii O. P. The modeling of themomechanical behavior of irradiated layered solids	59
Govorukha V. B., Sheveleva A. E. An analysis of the crack between two piezoelectric materials in the field of compressive stress and concentrated forces	65
Hodes A. Yu., Loboda V. V. The contact problem for an arc crack in an electrostrictive material	69
Grinchenko V. T., Vovk I. V., Matsypura V. T., Trotsenko Y. P. A diffraction of waves on a rigid rounded wedge	73
Zhuk Ya. A. A determination of thermal fracture zone size in layered structural elements containing piezoactive layers under the harmonic loading	77
Zhuk O. P., Zhuk Ya. A. On the character of radiation force action on an spherical liquid drop placed in an acoustic field	81
Zrazhevsky G. M., Zrazhevskaya V. F. A one-dimensional dynamic model of brittle fracture while the elastic wave propagating	87
Indiaminov R. Sh. A magnetoelastic deformation of a current-carrying conical shell with the orthotropy of conductive properties	93
Kalynyak B. M. Material characteristics ensuring zero radial thermal stresses in the inhomogeneous long hollow cylinder	97
Karnaukhov V. G., Kozlov V. I., Karnaukhova T. V. Forced resonant vibrations and dissipative heating of physical nonlinear inelastic plates and shells with the piezoelectric sensors and actuators	101
Kashtalyan M., Piat R., Guz I. Damage modelling of metal/ceramic composites with lamellar microstructure	107
Kipnis L. A., Dudyk M. V., Diakon V. M. Peculiarities of the structure of the plastic zone near the tip of an interfacial crack at the prevailing tensile loading	111
Kozachok O. P., Slobodyan B. S., Martynyak R. M. An interaction between an elastic body and a rigid base having a regular array of rectangular grooves filled with an ideal gas	115
Kolodij Yu. O., Turchyn I. M., Khoma V. V. The mixed unsteady heat conduction problem for a half-infinite plates with coatings	119

Konstantinov O. V., Semenova I. Yu. The influence of the generalized dissipation forces and surface tension on the nonlinear dynamics of the system «reservoir-liquid with a free surface»	125
Kramarenko Yu. O., Limarchenko O. S., Semenovich K. O. Role of combined character of motion of free-surfaced liquid for different ways of fixing of reservoir	128
Kryvyi O. F., Morozov Yu. O. A circular interfacial crack in a piecewise-homogeneous transversely isotropic space under the influence of a heat flow	132
Kundrat M. M., Zablotska Yu. V. The limiting equilibrium and local fracture of the plate with two reinforcements of an equal length	138
Kuryliak D. B., Lysechko V. O. A scattering of a plane acoustic wave by rigid semi-infinite and finite cones	142
Lebedveva I. V., Goroshko O. O. The catching and braking of ballistic bodies by an elastic rope	148
Libov D. Yu. On a solution to the problem about non-axisymmetric vibrations of an elastic cylinder of finite length	155
Limarchenko O. S., Gubska V. V. Problem of oscillations of tank of truncated conic shape, partially filled by liquid under action of impulse load	161
Mykhas'kiv V. V., Kyrylova O. I. The plane dynamic problem for a cylindrical solid of arbitrary cross-section with a thin rigid inclusion	167
Mazharovskv V. V., Kuzmenkov D. S. The realization of calculation of stresses for multilayer pipes	173
Musij R. S., Melnyk N. B. Thermostressed state and bearing capacity of hollow bimetallic sphere under electromagnetic pulse	179
Oksenchuk N. D., Senchenkov I. K., Yakimenko S. N. An influence of a thermal impulse duration on a depth of microstructural transformations	185
Olynyk V. N. On a dispersion of some types of waves in a pulmonary parenchyma	189
Opanasovich V. K. Biaxial bending of the isotropic plate with a circular hole and an elastically disk in presence of a full smooth linear contact of components	193
Opanasovich V. K., Slobodyan M. S., Zvizlo I. S. The biaxial bending of the plate with a circular hole and two edge radial cracks with the width of the contact area it's shores	197
Petryshchev O. M., Mykheieva A. N. An energy distribution by type of waves in the case of excitation from the surface of an elastic layer	203
Popov V. G. A torsional oscillation of an elastic cylinder coupled with an elastic half-space	207
Popovich V. S., Vovk O. M. A thermoelastic state of contact thermosensitive half-spaces with a heat release for some time on the contact boundary	213
Prykhodko D. F., Kiriev A. M., Krasnopskava T. S. A stabilization of a supercritical bar under the vertical vibration	219
Protserov Yu. S. Axisymmetric torsion problem for the finite length multilayered cylinder with the circular crack	223
Pyatetska O. V. An evaluation of the electromechanical coupling coefficient by the vibrations of piezoelectric solids accounting losses of a material	229
Salnikova A. M. The investigation of nonlinear oscillations of an elastic rope	233
Semenovich K. O. Internal resonance in the system reservoir-liquid on pendulum suspension	239
Serednytska Kh. I., Martynyak R. M. The interface heat-permeable crack having variable height in the biomaterial, where Dundurs constant is zero	243
Sinchilo S. V., Savelieva K. V., Simchyk Y. V. Computer modelling of square nonlinear hyperelastic cylindrical wave	247
Sulym H. T., Olivarnyk N. R., Piskozub Y. Z., Pasternak Ia. M. A longitudinal shear of the bimaterial beam with an interfacial crack with taking into account the frictional slippage	251
Sulym G. T., Onyshkevych V. M. The thermoelastic contact of a half-plane with the rectangular rigid punch in the case of heat providing on its external surface	255
Tokovy Yu. V. The solution to three-dimensional heat-conduction, elasticity, and thermoelasticity problems for continuously inhomogeneous solids	261
Fedorchenko L. N. An influence of physical properties of the material on a stress state of an orthotropic spherical shell with an orthotropic electroconductivity	267
Fesenko A. A. The contact problem for a circular stamp penetrating into an elastic semi-infinite layer	271
Philippova O. M., Kizilova N. M. An investigation of viscous fluid flow in a viscoelastic chamber from a bioactive material	277
Khotenko O. O., Khotenko I. M. An analysis of a nonlinear Rayleigh equation	283

Cherevko V. O., Kizilova N. M. The modeling of red blood cell aggregation during the test on an allergy	287
Chumak K. A. Thermoelastic contact between bodies with wavy surfaces in the presence of a heat-conducting medium in intercontact gaps	293
Shakeri Mobarakeh P., Grinchenko V. T., Zrazhevsky G. M. A numerical-analytical method for solving boundary value problem of elliptical type for a parallelogram shaped plate	297
Yatskiv O. I., Shvets R. M. Cylinder undersurface thin layer thermophysical parameters identification using surface displacements data	305

#### **COMPUTER SCIENCES AND INFORMATICS**

Voloshyn O. F., Laver V. O. Fuzzy generalizations of the fuzzy rationing methods in the case when the cost value and agents' initial money amounts are fuzzy numbers	311
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

#### **RADIOPHYSICS**

Ivanchuk A. V., Kononov M. V. Quantity of information in the input data effect on the mean value of binary synaptic connections in a neural network with local information processing	317
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

#### **MODERN PHYSICS**

Makarets M. V., Pryadko D. I. Molecular dynamics simulation of crack origination and propagation in quartz nanocrystals	325
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----