

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ НОВОГО КЛАСУ  
СЕНСОРІВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДІАПАЗОНУ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО  
КЛАССА СЕНСОРОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BASIS FOR THE CREATION OF A NEW CLASS OF  
SENSORS TERAHERTZ RANGE.

**1. Номер державної реєстрації НДР 0111U002508, номер реєстрації в університеті д/б № 2412-ф.**

**2. керівник** (вчений ступінь, звання). (Трьома мовами: укр., рос., англ.).

Богорощ О.Т., професор, доктор технічних наук.

Богорощ А.Т., профессор, доктор технических наук.

Bohorosh A.T, professor, doctor of technical sciences.

**3. Суть розробки, основні результати.** (Трьома мовами: укр., рос., англ., обсягом не менше 1500-2000 знаків кожною мовою).

**(укр.)**

Розроблено алгоритм комп'ютерного експерименту методом молекулярної динаміки. Отримано метод дослідження наносистем на основі аналізу результатів молекулярно-динамічного розрахунку основних властивостей наноматеріалів. Рекомендовано метод визначення просторового розподілу поляризації в наночастицях активних діелектриків. Запропонована методика опису процесів зародження та зростання штучних нанодоменів. Для аналізу розмірних ефектів побудована мікроскопічна модель внутрішньокластерної атомної динаміки чутливого шару сенсору. Виявлена залежність внутрішньої енергії кластеру при зміні стану речовини. Отримані динамічні характеристики кластерів зі змінною кількістю атомів. Розроблена термодинамічна модель кластера матеріалу сенсора. Проведені обчислення утворення нанодоменів та граничної густини їх формування, які дозволяють вибрати оптимальні умови формування масивів стабільних нанодоменів та перемикання їх окремих елементів. Проведені вимірювання наноструктур піроелектричних матеріалів, результатами яких є тривимірне зображення поверхні. Для вимірювання наноструктур піроелектричних матеріалів запропонована методика із застосуванням методів атомно-силової мікроскопії. Розроблені спеціальні методи обробки зображень для отримання кристалографічної інформації про поверхню наночастиць. Розроблена методика обробки зображень наночастинок з електронного мікроскопу та реконструкції їх структури. Рекомендовано методика для опису полярно-активних властивостей сегнетоелектриків-напівпровідників із зарядженими дефектами. Розроблена технологічна методика отримання нанокомпозитних шарів на основі активних діелектриків, які виконують функцію чутливого елемента і визначають основні параметри сенсорів терагерцового діапазону.

**(рос.)**

Разработан алгоритм компьютерного эксперимента методом молекулярной динамики. Рекомендован метод исследования наносистем на основе анализа результатов молекулярно-динамического расчета основных свойств наноматериалов. Рекомендован метод определения пространственного распределения поляризации в нанослоях активных диэлектриков. Создана методика описания процессов зарождения и роста искусственных нанодоменов. Для анализа размерных эффектов построена микроскопическая модель внутрикластерной атомной динамики чувствительного слоя сенсора. Получена зависимость внутренней энергии кластера при изменении состояния вещества. Получены динамические характеристики кластеров с переменным числом атомов. Разработана термодинамическая

модель кластера материала сенсора. Проведенные вычисления образования нанодоменов, предельной плотности их формирования. Это позволяет выбрать оптимальные условия формирования массивов стабильных нанодоменов и определить условия переключения их отдельных элементов. Проведены измерения наноструктур пьезоэлектрических материалов, получено трехмерное изображение их поверхности. Для измерения наноструктур пьезоэлектрических материалов рекомендована методика с применением методов атомно-силовой микроскопии. Разработаны специальные методы обработки изображений для получения кристаллографической информации о поверхности нанослоев. Разработана методика обработки изображений наночастиц с электронного микроскопа, рекомендована методика реконструкции их структуры. Рекомендована методика описания полярно-активных свойств сегнетоэлектриков - полупроводников с заряженными дефектами. Разработана технологическая методика получения нанокompозитных слоев на основе активных диэлектриков, которые выполняют функцию чувствительных элементов и определяют основные параметры сенсоров терагерцового диапазона.

(англ.)

An algorithm for computer simulation of molecular dynamics. Recommended method for studying nanosystems based on the results of molecular analysis - dynamic analysis of the basic properties of nanomaterials. Recommended method for determining the spatial distribution of polarization in dielectrics active nanolayers. The technique of describing the processes of nucleation and growth of artificial nanodomenov. To analyze the size effects built microscopic model intracluster atomic dynamics of the sensitive layer of the sensor. The dependence of the internal energy of the cluster when the state of the substance. The resulting dynamic characteristics of the clusters with a variable number of atoms. Developed a thermodynamic model of the cluster material sensor. The calculations nanodomenov education, limiting density of their formation. This allows you to select the optimum conditions for the formation of stable arrays nanodomenov and determine the conditions of their individual switching elements. Making measurements of nanostructures pyroelectric materials, obtained three-dimensional image of the surface. To measure nanostructures pyroelectric materials recommended technique using methods of atomic force microscopy. Special methods of image processing to obtain information about the crystallographic surface nanolayers. The technique of imaging nanoparticles with an electron microscope, is recommended technique of reconstructing their structure. Recommended method descriptions polar-active properties of ferroelectrics- semiconductors with charged defects. The technological procedure for the preparation of nanocomposite layers based on active dielectrics that serve as sensing elements and define the basic parameters of terahertz sensors.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право).**

1. Пат. № LT 5930 В Литва, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00 «Нанометрический способ идентификации объектов», Бубулис А.А., Богорош А.Т., Воронов С.А., Шкилев В.Д., заявитель и патентообладатель Каунасский технологический университет. - №071096333, заявл. 03.09.10 г.; опубл. 21.12.12, Бюл. № 12 (2 ч).

2. Пат. № 4099 Молдова, МКВ 3 Н 04 С 1/38, Н 04 J 12/00 «Способ получения нанотехнологий для физико-химической информации», Шкилев В.Д., Богорош А.Т., Мелихов И.В., заявитель и патентообладатель Кишиневский университет. - №1223893111, заявл. 21.04.10 г.; опубл. 12.12.12, Бюл. № 28.

3. Пат. № 56620 Україна, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00 «Спосіб ідентифікації об'єктів», Богорош О.Т., Воронов С.О., Шкилев В.Д., заявник и патентоволодар Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», - №201006784, заявл. 01.06.10 р.; опубл. 25.01.13, Бюл. № 1.

4. Пат. № 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. «Нанометрический способ идентификации объектов», Мелихов И.В., Шкилев В.Д., Богорош

А.Т., заявитель и патентообладатель Московский государственный университет. - № 2000849036/09 ; заявл. 18.12.11 ; опубл.20.08.13, Бюл. № 30 (II ч.)

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Рівень розробки відповідає світовому рівню, а отримані параметри чутливих наночарів, що визначають головні параметри сенсорів терагерцового діапазону, перевищують світовий рівень: зразки чутливих елементів на основі лінійних піроелектриків мають коефіцієнт якості чутливого шару –  $0,24 \cdot 10^{-12}$  Кл·м/Дж (що на 12% вище світового рівня), а нелінійних піроелектриків –  $1,2 \cdot 10^{-5} 1/\sqrt{Pa}$  (що перевищує світовий рівень на 11%).

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники).**

Залежить від наявності обігових коштів на підготовку виробництва в НВО «Квант» (м.Київ), НВО «Карат» (м.Львів). Отримані нові результати роботи дозволять розробити високошвидкісні прилади реєстрації інформації від ультрафіолетового до міліметрового діапазону випромінювань. Передбачається використання результатів проекту у приладах спектральної діагностики в терагерцовому діапазоні, що підвищить їх рівень інформативності й достовірності вимірювань, сприятиме розвитку фотоніки та споріднених галузей і матиме істотну інвестиційну привабливість.

#### **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації).**

Можливі користувачі: НДІ «Елвіт» (м. Львів), технополіс "Київська політехніка", НВО «Квант» (м. Київ). Застосування результатів роботи має практичне значення в таких галузях промисловості, як машинобудування (термохвильова дефектоскопія антикорозійних покриттів, теплова товщинометрія плівок, теплова дефектоскопія шин, покриттів, якості закалювання та термозміцнення); матеріалознавство (теплова діагностика напруженого стану об'єктів на основі термоеластичного ефекту); приладобудування (теплова діагностика радіоелектронної апаратури, напівпровідникових приладів, мікросхем, друкованих плат, трансформаторів, конденсаторів, резисторів, температурний контроль технологічних процесів, дослідження електrolітичних ванн, контроль виробництва пластмас).

#### **8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження).**

Розроблена технологічна методика отримання нанокompозитних шарів на основі активних діелектриків, які є виконують функцію чутливого елемента і визначають основні параметри сенсорів терагерцового діапазону.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Фундаментальні результати проекту використані в навчальному процесі, на курсах: "Фізичне матеріалознавство" і «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми», "Фізико-хімічна інформатика" (новий розділ "Прогнозування властивостей речовин"), "Локальні методи досліджень" (новий розділ "Сучасні методи досліджень"), "Нові речовини та матеріали" (новий розділ "Сучасні методи синтезу матеріалів"). Видано 3 навчальних посібника, опубліковано 45 статей та тез доповідей (28 у закордонних виданнях), зроблено 19 доповідей на конференціях (17 на міжнародних), отримано 1 патенти України, 1 патент Литви, 1 патент Молдови, 1 патент Росії. До виконання залучалось 7 студентів. За результатами наукових досліджень студентами захищено 3 магістерських робіт. Результат має практичне значення для розв'язання задач оптимізації параметрів матеріалів сенсорних елементів терагерцового діапазону, для розробки і вдосконалення матриць нелінійних наноконденсаторів і багатоелементних піроелектричних детекторів, пристроїв енергонезалежної пам'яті з довільним доступом.

#### **10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.**

Фізико-технічний інститут, кафедра прикладної фізики, лабораторія оптичних методів реєстрації інформації, тел/факс. 044-406-80-79; 044-406-83-82; 044-406-81-65;  
[s.voronov@kpi.ua](mailto:s.voronov@kpi.ua); [a.bogorosh@kpi.ua](mailto:a.bogorosh@kpi.ua); [s.muravov@kpi.ua](mailto:s.muravov@kpi.ua);

#### **11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання :** (монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації).

Друга премія – НТУУ "КПІ" за навчальні посібники:

1. Фізичне матеріалознавство: навч. посіб. / Ю.І.Якименко, С.О.Воронов, Ю.М.Поплавко. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – Ч. 1. Перспективні напрями матеріалознавства. – 302 с.– Бібліогр.: с.300. – 400 пр.
2. Фізичне матеріалознавство: навч. посіб. / Ю.М.Поплавко, С.О.Воронов, Ю.І.Якименко. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – Ч. 3. Провідники та магнетики. – 372 с.– Бібліогр.: с.372. – 300 пр.
3. Фізичне матеріалознавство: навч. посіб. / Ю.М.Поплавко, В.І.Ільченко, С.О.Воронов, Ю.І.Якименко. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – Ч. 4. Напівпровідники. – 336 с.– Бібліогр.: с.332–333. – 300 пр.
4. Підготовлений до друку (переданий до видавництва у жовтні 2012р.) навчальний посібник «Нові речовини і матеріали», 3 тома: 1 – 334с.; 2- 272с.; 3-187с. автори О.Т.Богорош, С.О.Воронов, Ю.І.Якименко., ВПІ ВПК «Політехніка». Надано гриф МОН України №1/11-10614.

#### Перелік наукових публікацій, доповідей на конференціях

1. Богорош А.Т., Воронов С.А., Аушев Е.В. "Скачки поляризації поверхностного домена при діагностиці дефектів в сегнетоелектриках зондовими методами" в збірнику трудов міжнародної наукової конференції «Science and Education, International scientific seminar», april, 2011, Rome, Italy, p.27-31.
2. Yegor Aushev, Aleksandr Bogorosh, Sergey Voronov JET CLUSTERING ALGORITHMS AS TOOLS FOR ANALYZING DATA FROM COLLIDERS, Physical Technical Institute of National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", 2011, p.45-47.
3. Yegor Aushev, Aleksandr Bogorosh, Sergey Voronov / The polarization of the surface domain in the diagnosis of defects in ferroelectric probe methods //“Advances in Applied Physics and Materials Science Congress” which will be held from 12 to 15 May 2011 in Antalya, Turkey.
4. Шкилев В.Д., Богорош А.Т., Сокол В.М. Нанотехнологии и объективная идентификация материальных ресурсов //Доклады Израильской независимой Академии развития науки. Теоретическая и прикладная механика. Том 1, вып.1, Хайфа, Израиль, 2011, с.63-68.
5. JET CLUSTERING ALGORITHMS AS TOOLS FOR ANALYZING DATA FROM COLLIDERS//Yegor Aushev, Aleksandr Bogorosh, Sergey Voronov, Andrey Judin/ ZEUS Coll., U. Holm, The ZEUS Defector.Status Report , DESY. Germania, Hamburg, 2011, p.p.30-39.
6. Пьезо- и пироэлектрические GaAs датчики, интегрированные в одном кристалле с GaAs ПТ/ S. Voronov, Y. Poplavko, A.T.Bogorosh, A.Bubulis // Proceed. of 9-th Int. Symp. on Appl. of ferroel., PennState University, USA, 2011, p.669.
7. Дислокационные лавины и процесс самоорганизованной критичности в пьезо- и пироэлектрических GaAs датчиках /Юдин А.С., Богорош А.Т., Вишняков Н.Е.// Journal of Vibroengineering. March 2010,Vilnius, pp. 111-116.
8. Аушев Е.В. , Богорош А.Т., Воронов С.А. Квантовая хромодинамика в эксперименте ZEUS/ Журнал “Мысль», Израильской академии наук, Хайфа, Израиль, 2011, с.39- 41.

9. A.T.Bogorosh, S.A.Voronov, Y.V.Aushev /Jumps of the polarization of the surface domain in the diagnosis of defects in ferroelectric probe methods// Phys. Rev. B - 2011 - Vol. 84, № 5. - p.11-17.
10. Bogorosh A. T., Voronov S. A., Royzman V. P., Bubulis A. Acoustic emission and methods of its registration (review) JVE, 2011, Vol. 13, Issue 2.
11. A.Bogorosh, A.Bubulis, S.Voronov, V.Jurenas. The formation of nanodomain structures and damages in segnetoelectrics as result of mechanical vibration or impact /6th International Conference „Mechatronic Systems and Material“ MSM-2010, Opolè (Lenkija), 5-8 July, 2011. Abstract, ISBN 978-83-60691-78-6, p.37-38.
12. R.Bansevicus, A.Bogorosh, A.Bubulis, V.Jurenas, S.Navickaite. Investigation of Dynamics of the piezoelectric bimorphs for laser shytter system Abstract, XV Международный Конгресс двигателестроителей. Рыбачье – Крым (Украина), 14-19 сентября 2011г. ISBN 978-83-60691-78-6, p.27-28.
13. Voronov, S.; Poplavko, Y., Bogoroch,A.,Bubulis, A. Piezo-and Pyroelectric GaAS sensors integrated in one crystal with GaAsFET// Vibromechanika, Lithuanian Academy of Sciences, Kaunas University of Technology, Vilnius Gediminas Technical University. ISSN 1392-8716. 2010, Vol. 12, № 1. p. 119-123. [ISI Web of Science; INSPEC; Academic Search Complete.
14. Information of nanodomain structures and damages in segnetoelectrics as a result of mechanical vibration or impact/ Bogorosh A.T., Bubulis A., Voronov S., Jurenas V.//6<sup>th</sup> International Conference MECHATRONIC SYSTEMS AND MATERIALS – MSM 2010, Abstracts, 5-8 july 2010, Opole (Poland), Opole University of Technology, p.37-38.
15. Воронов С.А., Богорош А.Т., Аушев Е.В. Диагностика дефектов в сегнетоэлектриках от действия гаусовского электрического поля и температурных волн /материалы Международной научно-технической конференции 5-9 сентября 2011 года «Автоматизация:проблемы, идеи, решения», Севастопольский национальный технический университет, материалы конференции, ISBN 978-617-612-006-3, -292 с.,– с.171-172.
16. Воронов С.А., Богорош А.Т., Балановская О.Ю., Юдин А.С. Новый автоматизированный контроль (диагностика) в микро–приборостроении /материалы Международной научно-технической конференции 5-9 сентября 2011 года «Автоматизация:проблемы, идеи, решения», Севастопольский национальный технический университет, материалы конференции, ISBN 978-617-612-006-3. – с. 174-176.
17. О.Т.Богорош, В.З.Маїк Вертикальний п'єзовідгук в околиці циліндричного домена та кінетика їх утворення /Зб.наук. праць Української академії друкарства, Львів, 2011, с.11-14.
18. Bogoroch, A.T., Voronov, S.A.; Royzman, V. P.; D.; Bubulis, A. Acoustic emission and methods of its registation(review)ate // Journal of Vibroengineering / Vibromechanika, Lithuanian Academy of Sciences, Kaunas University of Technology, Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius : Vibromechanika. ISSN 1392-8716. 2011, Vol. 13, no. 2, p. 319-326. [ISI Web of Science; INSPEC; Academic Search Complete; 0,125].
19. Юдин А.С. Богорош А.Т. Воронов С.А. Реконструкція андронних струменів з використанням кластерних алгоритмів і сучасних статистичних методів аналізу даних у фізиці високих енергій/ Теоретичні та прикладні проблеми фізики, УДК 539.171 Наукові вісті НТУУ «КПІ», № 4, 2012. – С.159-163.
20. Богорош А.Т., Воронов С.А., Шматко И.О., Шматко О.А. Дефекты кристаллической решетки. Стыки границ зерен в поликристаллических пленках кремния/ Металлофизика и новейшие технологии, ISSN 1024-1809, том 35, №2, лютий 2013, с.187-199.
21. Bogorosh A., Voronov S., Vishniakov E., Piezo-and Pyroelectric GaAS sensors integrated in one crystal with GaAs / Vibroengineering – a2 / JVE, 2013, Vilnius, p. 435-438.

22. Andry Yudin, Aleksandr Bogorosh, Nikolaj Višniakov, Jurij Novickij, Dislocation avalanches problem and the process of self-organized criticality in piezoelectric and pyroelectric GaAs sensors / ISSN 1392–1320 MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA). Vol. 17, No. X. 2013- p.p. 425-428.
23. A.T. Bogorosh, V.A. Karachevtsev, M.V. Karachevtsev, V.S. Leontiev, O.S. Lytvyn, Nanohybrid Structures Formed by Carbon Nanotubes with Long Polynucleotide / Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 18: 2012. p.p.531-537,
24. A.Bogorosh, N. Višniakov, J. Novickij, A. Bubulis, DISLOCATION AVALANCHES AND STRAIN BURSTS IN THE BOARDS OF RADIO-ENGINEERING EQUIPMENT / Elektronika ir elektrotechnika, Nr. 3 (38), Kaunas: Technologija, 2012, p. 41-45.
25. Muravov S.A., Gordiyko N.A., Bogorosh A.T., Bubulis A.K., Voronov S.A., The study of ferroelectric thin films on silicon substrates / Journal of Measurements in Engineering, Volume1, Issue 1, March 2013 p.23-27
26. Bogorosh A.T., N.Vishniakov, J. Novicki, A. Bubulis, V. Roizman, Dislocation avalanches and strain burst in the boards of electronic equipment / J.rackling noise. Nature, Vol. 410, 2013, p. 242-250.

Тези доповідей на конференціях:

1. Yegor Aushev, Aleksandr Bogorosh, Sergey Voronov /Jumps of the polarization of the surface domain in the diagnosis of defects in ferroelectric probe methods //the 2nd International Symposium "Rare Attractors and Rare Phenomena in Nonlinear Dynamics RA'11", May 16 - 20, 2011, Riga - Jurmala, Latvia, pp. 120-129.
1. Yegor Aushev, Aleksandr Bogorosh, Sergey Voronov /Other topics will also be included in this conference, such as Computational Physics and Mathematics, Nonlinear dynamics and complex systems//Санкт- Петербург, 27-29 апреля 2011.- p.14-17.
2. А.Т. Богорош, С.А.Воронов, О.Ю.Балановская, А.С.Юдин. Мониторинг и диагностика сложных радиотехнических/ механических систем сегнетоэлектрическими пленками/Доклад на пленарном заседании Международной научно-технической конференции 5-9 сентября 2011 года «Автоматизация: проблемы, идеи, решения», Севастопольский национальный технический университет, материалы конференции, ISBN 978-617-612-006-3,-292с.– с.10-11.
3. Bogorosh O.T., Voronov S.A., Goroshko A.V., Bubulis Al. Properties of signet composites' during a vibration // Proceedings of International Seminar on Science and Education, December 13-20, 2011, Dubai, UAE, p.31-35.
4. Bogorosh O.T., Voronov S.A., Goroshko A.V., Bubulis Al., Diagnostics of constructions from composition materials by the methods of acoustic emission. // Proceedings of International Seminar on Science and Education, December 13-20, 2011, Dubai, UAE, pp.36-38.
5. Богорош А., Воронов С., Шкилев В., Бубулис А., Жебелис К. Использование нанотехнологической поверхности для информационной защиты цифрового кода на материальных носителях. // IX International Conference, December 12-19, 2011, Sharm el Sheikh, (Egypt), ISBN 9789663300764. p.141-147.
6. Bogorosh A., Roizman V., Bubulis A., Voronov S. The Improvement of the Quality, Reliability and Long Usage of Technical Systems and Technological Processes// IX International Conference, 12-19 December, 2011, Sharm el Sheikh (Egypt).
7. Bogorosh O.T., Voronov S.A.,Goroshko A.V., Bubulis Al. Properties of signet composites' during a vibration// Proceedings of International Seminar on Science and Education, December 13-20, 2011, Dubai, UAE, pp.31-35.
8. Bogorosh O.T., Goroshko A.V., Kovtun I.I. Diagnostics of the technical state of wares of radio electronics by the method of acoustic emission// Proceedings of International Seminar on Science and Education, December 13-20, 2011, Dubai, UAE, pp.38-41.

9. Bogorosh O.T., R.Bansevicius, A.Bubulis, V.Jurenas, S.Navickaite Investigation of Dynamics of the piezoelectric bimorphs for laser shytter system// Тезисы докладов XV Международного Конгресса двигателестроителей. Рыбачье – Крым (Украина), 14-19 сентября 2012 г. ISBN 978-83-60691-78-6, p.27-28.
10. А.Т. Богорош, В.П. Ройзман, С.А.Воронов, А.Бубулис, В.Юренас. Надежность радиоэлектронной аппаратуры при работе на транспортных средствах// Тезисы ISSN 1727-7337, Харьков «ХАИ» 2012,с.145-150.
11. Bogorosh O.T., A.Bubulis, A.Pauliukas, V.Jurenas. Cavitation softening of water// Research papers Agricultural engineering 42(2-3), Klaipeda University. ISSN 1392-1134 Akademija, 2012, p.188-190.
12. Bogorosh O., Aushev Y. Jets at Low  $Q^2$  HERA// The 4-th International Conference Nuclear Physics and Atomic Energy, September 3-7, 2012, Book of Abstracts, Kyiv, Ukraine, Section 8. High Energy Physics, P.167.
13. Богорош А.Т., Воронов С.А., Балановская О.Ю. Инновационный путь интенсификации энергоемких производств методами физико-химической информатики// Сб. Автоматизация: проблемы, идеи, решения, СевНТУ, 2012, Севастополь, с.64-68.
14. Богорош А.Т., Воронов С.А., Балановская О.Ю. Выявление нано- и микротрещин в микроэлектронике акустической эмиссией// Сб. Автоматизация: проблемы, идеи, решения, СевНТУ, 2012, Севастополь, с.148-150.
15. Богорош А.Т., Воронов С.А., Балановская О.Ю. Диагностика разрушения плат электроники методами акустической эмиссии// Сб. Автоматизация: проблемы, идеи, решения, СевНТУ, 2012, Севастополь, с.150 - 156.
16. Богорош А.Т., Мелихов И.В. Кинетика и механизм кристаллизации// Материалы VII Международной научной конференции в г. Иваново 25-28 сентября 2012. С.21.
17. Богорош А.Т., Мелихов И.В. Кристаллизация и материалы нового поколения// Материалы VII Международной научной конференции в г. Иваново 25-28 сентября 2012. С.39.
18. А.Т.Богорош, С.А.Воронов, А.С.Юдин, Автоматизированная диагностика и контроль сложных электронных и механических систем. / Сборник Международной научно-технической конференции 9-13 сентября 2013 года «Автоматизация: проблемы, идеи, решения», Севастопольский национальный технический университет, ISBN 978-617-035-3, 2013, -240 с.,– С.135-137.
19. А.Т.Богорош, С.А.Воронов, А.С.Юдин, Экспресс диагностика разрушения наноразмерных частиц композитных материалов / Сборник Международной научно-технической конференции 9-13 сентября 2013 года «Автоматизация: проблемы, идеи, решения», Севастопольский национальный технический университет, ISBN 978-617-035-3, 2013, -240 с.– с.137–139.

**12. Фото** / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді (рекламного характеру).

Виконувалась фундаментальна НДР, були розроблені методи, методики, технологічна документація, видано підручники. Дослідний зразок не передбачався технічним завданням і не фінансувався кошторисом. Видавництво підручників не фінансувалось, оргвнески на конференції, видання наукових публікацій не фінансувались. Для видання навчальних посібників, виконавці проекту заплатили 16,3 тис.грн. із своїх особистих коштів.

На видання навчального посібника «Нові речовини і матеріали», автори О.Т.Богорош, С.О.Воронов, Ю.І.Якименко., 3 тома: 1 – 334с.; 2- 272с.; 3-187с. ВПІ ВПК «Політехніка» просить, щоби автори заплатили 48,0 тис.грн. особистих коштів, бо інші джерела фінансування не передбачені, або відсутні.