**Звіт про науково-дослідну роботу: „Розробка технології виготовлення та дослідження складних оксидних мультифероїків на основі керамічних твердих розчинів та багатошарових композитних структур для створення багатофункціональних магнітоелектричних матеріалів нового покоління”**

**Мета роботи** - створення фундаментальних основ синтезу та технології виготовлення багатокомпонентних монофазних і композитних мультифероїків з високим рівнем магнітоелектричного зв’язку та значним експлуатаційним ресурсом при кімнатній температурі. На основі феноменологічного розгляду і дослідження фазових діаграм запропоновано склади та принципи створення нових багатофункціональних матеріалів з екстремально високими параметрами. Розроблено технологію отримання нанодисперсних прекурсорів у вигляді порошків твердих розчинів PFN – PZT, PMN – PT, PFW – PZT, SrTiO3- EuTiO3, технології їх твердофазного синтезу і спікання для отримання однофазних перовскитних структур.

 Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2014 р.

 закінчення IV кв. 2016 р.

 **Керівник роботи**: Глинчук Майя Давидівна, д.ф.-м.н., член-кор. НАНУ, (Еmail:glin@ipms.kiev.ua)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

Отримані в процесі виконання результати є новими та важливими і заслуговують високої оцінки.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

На основі магнітоелектричних матеріалів-мультифероїків можна створювати різні елементи електронної техніки, а саме високочутливі сенсори магнітного поля, елементи магнітної пам’яті тощо. Велике значення для інформатики мають пристрої, які дозволяють записувати інформацію електричним полем, а зчитувати її неруйнівним магнітним полем, що можливо тільки завдяки мультифероїкам з МЕ ефектом.

 Дані про реєстрацію роботи: № 0114U001297

 **РЕФЕРАТ**

 **Мета роботи** - розробка технології отримання нанодисперсних прекурсорів у вигляді порошків твердих розчинів PFN – PZT, PMN – PT, PFW – PZT, SrTiO3- EuTiO3, технології їх твердофазного синтезу і спікання для отримання однофазних перовскитних структур з високим ступенем ущільнення. Розроблені нові способи отримання нанодисперсних порошків мультифероїків на основі твердих розчинів систем х PFT – (1-x) PZT , (x = 0,1 – 0,4), EuxSr1-xTiO3, (x= 0,4 – 0,8), 0,7PMN – 0,3PТ, nxPFW – (1-x)PZТ (x=0,1 – 0,4) з врахуванням відмінностей по складу і властивостям індивідуальних компонентів. Встановлені закономірності виникнення МЕ зв'язку в досліджених структурах та виявлено шляхи його підсилення, включаючи внесок внутрішніх та зовнішніх чинників, таких як концентрації немагнітних домішок у твердих розчинах, зовнішні поля, кількість та розміри шарів у композитних структурах.

Розроблені феноменологічні та мікроскопічні моделі, що описують особливості фазових переходів і властивостей досліджуваних матеріалів. На основі результатів дослідження фазових діаграм і феноменологічного розгляду запропоновані принципи створення нових багатофункціональних матеріалів з екстремально високими параметрами.

Методом трафаретного друку були одержані двошарові композитні матеріали на основі Ni / ВаТіО3. Виявлено, що після спікання зразки зберігають форму та суцільність, при цьому товщина композиту зменшується майже вдвічі і відбувається зростання наночастинок BaTiO3 у рихлі агрегати із чіткими межами розділу.

**Ключові слова:** мультифероїки, НАНОДИСПЕРСНІ ПОРОШКИ, тверді розчини, магнітоелектричні властивості, трафаретний друк.

 **Публікації**

Glinchuk M. D. Novel room temperature multiferroics on the base of single-phase nanostructured perovskites / M. D. Glinchuk, E. A. Eliseev, A. N. Morozovska // J. Appl. Phys. -2014. – **116**. –Р. 054101.

Laguta V. V. Superspin glass phase and hierarchy of interactions in multiferroic PbFe1/2Sb1/2O3: an analog of ferroelectric relaxors / V. V. Laguta, V. A. Stephanovich, R. O. Kuzian, I. V. Kondakova et al. // New J. Phys. -2014. – **16**. – Р.113041(19).

 Kuzian R. O. Magnetic interactions in disordered perovskite P bFe1/2Nb1/2O3 and related compounds: Dominance of nearest-neighbor interaction / R. O. Kuzian, I. V. Kondakova, A. M. Dar´e, V. V. Laguta // Phys. Rev. -2014. - B **89** –Р. 024402(9) .

Kuzian R.O. Lieb-Mattis ferrimagnetic superstructure and superparamagnetism in Fe-based double perovskite multiferroics / R.O. Kuzian, V.V. Laguta // J. Richter, Phys. Rev. -2014. - B **90** – Р.134415(7).

Raevski I. P. Comparative Studies of Ferroelectric and Magnetic Phase Transitions in Pb(Fe1/2Nb1/2)O3-PbMO3 (M-Ti, Zr) Multiferroic Solid Solutions / I. P. Raevski, V.V. Titov, V.V. Laguta et al. // Ferroelectrics -2015. – **475**. –Р. 20-30.

 Kouril K. NMR study of multiferroic iron niobate perovskites / K. Kouril, V. Chlan, H. Stepánková, R. Reznícek, V.V. Laguta, I.P. Raevski // Acta Physica Polonica -2015. - A **127**. – Р. 234-236.

 Glinchuk M. D. Landau-Ginzburg description of anomalous properties of novel room temperature multiferroics Pb(Fe1/2Ta1/2)x(Zr0.53Ti0.47)1-xO3 and Pb(Fe1/2Nb1/2)x(Zr0.53Ti0.47)1-xO3 / M. D. Glinchuk, E. A. Eliseev, A. N. Morozovska //J. Appl. Phys. -2016. – **119**. –Р. 024102(10).

Stephanovich V. A. Transversal freezing and re-entrant spin dlass phases in chemically disordered Fe-containing perovskite muliferroics / V. A. Stephanovich, V. V. Laguta // Phys. Chem. Chem. Phys. -2016. -**18**. –Р. 7229-7234.

 Laguta V. V. Room-temperature paramagnetoelectric effect in magnetoelectric multiferroics Pb(Fe1/2Nb1/2)O3 and its solid solution with PbTiO3 / V. V. Laguta, A. N. Morozovska, E. A. Eliseev et al. // J. Mater. Sci. -2016. -**51**. –Р. 5330-5342.

 Dulina, I. Plasticizer effect on rheological behaviour of screen printing pastes based on barium titanate nanopowder / I. Dulina, S. Umerova, A. Ragulya // Journal of Physics. – 2015. – Vol. 602. – P. 1 – 5.

Umerova, S. Rheology of plasticized screen printing pastes based on BaTiO3 nanopowder / S. Umerova, I. Dulina, A. Ragulya, T. Konstantinova, V. Glazunova // Applied Rheology. – 2016. - Vol. 3, No. 3. – P. 1 – 9.

Умерова, С.О. Трафаретний друк паст на основі нанопорошку ВаТіО3 / С.О. Умерова, І.О. Дуліна, А.В. Рагуля // Керамика: наука и жизнь. – 2016. - Т. 31, № 2. – С. 31 – 41.