**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**

**Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова**

Цикл наукових праць

**на здобуття щорічної премії Президента України
для молодих вчених**

**ОСНОВИ НОВІТНЬОЇ ФАЗОВАРІАЦІЙНОЇ СТРУКТУРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБ’ЄКТІВ НАНОІНДУСТРІЇ ТА МЕДИЦИНИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **ЛІЗУНОВ Вячеслав Вячеславович** – | доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України |
|  |  |
| **ЛІЗУНОВА Світлана Вячеславівна** – | кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України |
|  |  |
| **ВАСИЛИК Ярослав** **Вікторович** – | кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України |

**РЕФЕРАТ**

**2018**

***Актуальність теми.*** Властивості сучасних матеріалів визначаються не стільки структурою та параметрами їх ідеальних періодичних гратниць, що визначаються методами класичної кристалографії, скільки статистичними характеристиками прецизійно наведених у них на атомному рівні сучасними технологіями дефектів та інших надструктурних особливостей, визначення яких у рамках класичної кристалографії не є можливим. Тому, створення нових методів кількісної діагностики характеристик дефектів та надструктури в кристалах, які визначають їх властивості, забезпечує можливість контролю і підвищення якості розроблюваних матеріалів, отже, **є актуальним завданням**.

***Метою дослідження*** є встановлення фізичної природи суттєвого підсилення прояву дефектів в картині багатократного розсіяння та на цій основі розробка основ фазоваріаційної неруйнівної діагностики для сучасних матеріалів наноіндустрії та медицини.

Для досягнення зазначеної мети слід було вирішити такі ***основні задачі***:

* Проведення на основі квантово-механічного розгляду систематичного порівняльного аналізу фізичної природи та механізмів прояву дефектів структури монокристалічних систем у кінематичній та динамічній картинах розсіяння;
* Встановлення на основі проведеного порівняльного аналізу природи та кількісних показників суттєвого підвищення чутливості та інформативності при переході від випадку кінематичного до випадку динамічного розсіяння;
* Розробка принципів та методів практичної реалізації та використання встановлених нових можливостей діагностики для об’єктів наноіндустрії та медицини.

*Об’єкт дослідження* **–**динамічна картина розсіяння випромінення у кристалах з дефектами та некристалічних об’єктах.

*Предмет дослідження* **–** фізична природа суттєвого поліпшення інформативності динамічної картини розсіяння до недосконалостей структури об’єктоів наноіндустрії та медицини.

Методи дослідження. Методи теоретичної фізики; методи обчислювальної фізики та комп’ютерного моделювання.

**Наукова новизна одержаних результатів** в роботі полягає в тому, що вперше:

1. У роботі відкрито фазообумовлене явище взаємопов’язаних дисперсійного (за рахунок вперше встановленої можливості впливу недосконалостей структури на закон дисперсії) та фазоваріативного (за рахунок вперше запропонованого варіювання фази умовами дифракції) підсилень до 4–6 порядків величини чутливості та принципового поліпшення інформативних можливостей структурної діагностики.

2. Встановлено механізм додаткового підвищення інформативності фазоваріативної діагностики, який полягає у відкритій можливості селективно забезпечувати максимальне підсилення прояву послідовно кожного з багатьох типів дефектів та інших недосконалостей кристалів у картинах розсіяння шляхом керованої зміни умов дифракції та доведено обумовлену багатократністю розсіяння саме дисперсійну фазоваріативну природу такої можливості.

3. Запропоновано спосіб фазової рентгенографії некристалічного об'єкта довільних форми і розмірів, який може стати ключовим у забезпеченні комплексу дій і заходів, що вирішать проблему медичної діагностики, а саме визначення характеристик (місця розташування, форми та розмірів) медико-біологічних об'єктів на основі використання отриманих зображень, адресної доставки у виявлені об'єкти нанокапсульованого гадолінію та інших лікарських препаратів, а також комплексної терапії нейтронозахватними та іншими методами.

В результаті це дозволило створити принципово нову фізичну концепцію діагностики, а саме теоретичні основи так названої дисперсійної високоінформативної і чутливої багатопараметричної діагностики на фазоваріативних принципах.

**Практичне значення.** У роботі створено фізичні основи принципово нової концепції діагностики з якісно новими функціональними можливостями для розробки найбільш високочутливого та інформативного фазоваріативного підходу до діагностики параметрів структури та характеристик багатьох типів як однорідно, так і неоднорідно розподілених мікродефектів та макродеформацій у монокристалічних системах, а також характеризації некристалічних, зокрема, медико-біологічних об’єктів.

Загальна кількість усіх публікацій авторів складає 73 наукові статті, зокрема 71 у міжнародних журналах, що містяться в базі даних SCOPUS.

Цикл наукових праць включає 38 опублікованих статей, з яких 38 опубліковано у міжнародних журналах, що входять в базу SCOPUS. Отримано 1 патент України на винахід. За результатами роботи зроблено 12 доповідей на всеукраїнських та міжнародних конференціях. Загальний індекс цитування складає h-індекс = 4 згідно баз даних SСOPUS та h-індекс = 5 згідно баз даних Google Scholar. Роботи авторів процитовано в більш ніж 99 публікаціях у наукових журналах.

Автори циклу робіт:

Завідувач відділу Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України,

д. ф.-м. н. В.В. Лізунов

старший науковий співробітник

Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України

к. ф.-м. н. С.В. Лізунова

науковий співробітник

Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України

к. ф.-м. н. Я.В. Василик

**Перелік публікацій, що входять до циклу робіт**

**«Основи новітньої фазоваріаційної структурної діагностики об’єктів наноіндустрії та медицини»**

**Статті**

1. Диффузно-динамическая комбинированная толщинно-деформационная интегральная лауэ-дифрактометрия в области К-края поглощения кристаллов с дефектами / Л. И. Макаренко, А. П. Шпак, В. Б. Молодкин, В. Ф. Мачулин, А. И. Низкова, Е. В. Первак, С. В. Дмитриев, И. И. Рудницкая, **Я. В. Василик, В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2010. — т. 32, № 9. —с. 1235–1247.
2. Double- and Triple-Crystal X-Ray Diffractometry of Microdefects in Silicon / V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, Ye. M. Kyslovskyy, E. G. Len, O. V. Reshetnyk, T. P. Vladimirova, **V. V. Lizunov, S. V. Lizunova** // Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. — 2010. — Vol. 13, No. 4. — p. 353–356.
3. Многопараметрическая диффузнодинамическая комбинированная дифрактометрия многослойных систем. І. Динамические модели в случаях геометрий дифракции по Лауэ и по Брэггу / **С. В. Лизунова**, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2011. — т. 33, № 6. — с. 791–805.
4. Многопараметрическая диффузнодинамическая комбинированная дифрактометрия многослойных систем. II. Управляемый целенаправленными вариациями условий динамической дифракции эффект изменения избирательности чувствительности картины многократного рассеяния к дефектам различного типа в гетеросистемах / **С. В. Лизунова**, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2011. — т. 33, № 7. — с. 855–872.
5. Многоóбразностьдинамическойкартинырассеяния излучениймонокристалламиснесколькимитипами микродефектов / В.Б. Молодкин,А.П. Шпак,М.В.Ковальчук,В.Ф.Мачулин,И.М.Карнаухов,В.Л.Носик,А.Ю.Гаевский, С.И.Олиховский,Е.Г.Лень,Б.В.Шелудченко,**С.В.Лизунова**, В.В.Молодкин,С.В.Дмитриев, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2011. — т. 33, № 8. — с. 1081–1108.
6. Физические основы многопараметрической кристаллографии: диагностика дефектов нескольких типов в монокристаллических материалах и изделиях нанотехнологий / В. Б. Молодкин, М. В. Ковальчук, В. Ф. Мачулин, Э. Х. Мухамеджанов, С. В. Лизунова, С. И. Олиховский, Е. Г. Лень, Б. В. Шелудченко, С. В. Дмитриев, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин, **В. В. Лизунов**, В. П. Кладько, Е. В. Первак // Успехи физики металлов. — 2011. — т. 12, № 3. — с. 295–366.
7. Dynamical X-ray diffractometry of the defect structure of garnet crystal/ V. M. Pylypiv, T. P. Vladimirova, I. M. Fodchuk, B. K. Ostafiychuk, Ye. M. Kyslovskyy, V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, O. V. Reshetnyk, O. S. Skakunova, V.V. Lizunov, and O. Z. Garpul // Phys. Status Solidi A. — 2011. — Vol. 208, No. 11. —p. 2558–2562.
8. X-ray diffraction characterization of microdefectsin silicon crystals after high-energy electron irradiation/ V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, E.G. Len, B.V. Sheludchenko, **S.V. Lizunova**, Ye. M. Kyslovskyy, T. P. Vladimirova, E/V/ Kochelab, O. V. Reshetnyk, V.V. Dovganyuk, I.M. Fodchuk, T.V. Lytvynchuk, V.P. Klad’ko, and S. Swiatek // Phys. Status Solidi A. — 2011. — Vol. 208, No. 11. — p. 2552–2557.
9. Основы рентгеновской дифрактометрии неравномерно распределенных сравнимых с длиной экстинкции микродефектов монокристаллов / В. Б. Молодкин, А. И. Низкова, **Я. В. Василик**, Е. И. Богданов, **С. В. Лизунова**, С. В. Дмитриев, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2012. — т. 34, № 5. — с. 705–711.
10. Основы рентгеновской дифрактометрии соизмеримых с длиной экстинкции, как нарушенных поверхностных слоев, так и неравномерно распределенных микродефектов в монокристаллах / В. Б. Молодкин, А. И. Низкова, **Я. В. Василик**, Е. И. Богданов, **С. В. Лизунова**, С. В. Дмитриев, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2012. — т. 34, № 6. — с. 787–798.
11. Новые возможности рентгеновской дифрактометрии эволюции структуры микродефектов в кристаллах кремния после облучения высокоэнергетическими электронами / В. Б. Молодкин, А. И. Низкова, **Я. В. Василик**, Е. И. Богданов, **С. В. Лизунова**, С. В. Дмитриев, **В. В. Лизунов**, И.И. Рудницкая, А.А. Катасонов // Металлофиз. новейшие технол. — 2012. — т. 34, № 7. — с. 989–1002.
12. Диагностика структуры новейших кристаллических материалов и многослойных изделий нанотехнологий с неоднородно распределенными макродеформациями и микродефектами нескольких типов / В. Б. Молодкин, М. В. Ковальчук, В. Ф. Мачулин, Э. Х. Мухамеджанов, А. И. Низкова, **С. В. Лизунова**, С. И. Олиховский, Е. Г. Лень, Б. В. Шелудченко, С. В. Дмитриев, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин, **В. В. Лизунов**, В. П. Кладько, А. А. Катасонов, И. Н. Заболотный, Б. С. Карамурзов, Т. И. Оранова, Ю. П. Хапачев // Актуальные вопросы современного естествознания. — 2012. — Вып. 10. — с. 48–104.
13. Основы количественной рентгено-акустической диагностики микродефектов в монокристаллах / В. Б. Молодкин, М. В. Ковальчук, В. Ф. Мачулин, А. И. Низкова, Э. Х. Мухамеджанов, В. П. Кладько, С. В. Дмитриев, И. Н. Заболотный, Н. П. Ирха, С. М. Бровчук, **Я. В. Василик, В. В. Лизунов, С. В. Лизунова**, А. А. Катасонов, И. И. Рудницкая, В. С. Харченко, А. Е. Благов, В. В. Молодкин, Е. В. Первак, Р. В. Лехняк // Металлофиз. новейшие технол. — 2012. — т. 34, № 9. — с. 1163–1178.
14. Основы динамической высокоразрешающей дифрактометрии функциональных материалов / В. Б. Молодкин, М. В. Ковальчук, И. М. Карнаухов, В. Ф. Мачулин, В. Е. Сторижко, Э. Х. Мухамеджанов, А. И. Низкова, **С. В. Лизунова**, Е. Н. Кисловский, С. И. Олиховский, Б. В. Шелудченко, С. В. Дмитриев, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин, **В. В. Лизунов**, В. А. Бушуев, Р. Н. Кютт, Б. С. Карамурзов, А. А. Дышеков, Т. И. Оранова, Ю. П. Хапачев. — Нальчик: Кабардино-балкарский университет, 2013. — 130 c.
15. Основы интегральной многопараметрической диффузнодинамической дифрактометрии / В. Б. Молодкин, М. В. Ковальчук, И. М. Карнаухов, В. Е. Сторижко, **С. В. Лизунова**, С. В. Дмитриев, А. И. Низкова, Е. Н. Кисловский, В. В. Молодкин, Е. В. Первак, А. А. Катасонов, **В. В. Лизунов**, Е. С. Скакунова, Б. С. Карамурзов, Т. И. Оранова, Ю. П. Хапачев. — Нальчик: Кабардино-балкарский университет, 2013. — 121 c.
16. Теория многократного (динамического) рассеяния в некристаллических объектах / **С. В. Лизунова**, В. Б. Молодкин, Б. В. Шелудченко, **В. В. Лизунов** // Металлофиз. новейшие технол. — 2013. — т. 35, № 11. — с. 1585–1593.
17. Теоретическая трехосевая модель динамического рассеяния и формирования изображений некристаллических объектов / Б. В. Шелудченко, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, С. И. Олиховский, Е. Н. Кисловский, А. Ю. Гаевский, **В. В. Лизунов**, А. И. Низкова, Т. П. Владимирова, В. В. Молодкин, Е. В. Фузик, А. В. Гошкодеря, А. А. Белоцкая, Г. О. Велиховский, А. А. Музыченко, Р. В. Лехняк // Металлофиз. новейшие технол. — 2014. — т. 36, № 4. — с. 561–575.
18. Явление усиления на порядки величины проявления дефектов в картине многократного рассеяния и его дисперсионная природа / **В. В. Лизунов**, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, Н. Г. Толмачев, Е. С. Скакунова, С. В. Дмитриев, Б. В. Шелудченко, С. М. Бровчук, Л. Н. Скапа, Р. В. Лехняк, Е. В. Фузик // Металлофиз. новейшие технол. — 2014. — т. 36, № 7. — с. 857–870.
19. Новые подходы и возможности динамической дифрактометрии несовершенств многопараметрических систем / **В. В. Лизунов**, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, Н. Г. Толмачев, Е. С. Скакунова, С. В. Дмитриев, Б. В. Шелудченко, С. М. Бровчук, Л. Н. Скапа, Р. В. Лехняк, В. В. Молодкин, Е. В. Фузик // Успехи физики металлов. — 2014. — т. 15, № 2. — с. 55–78.
20. Models of Deformation Dependences of Dynamical Diffraction Total Integrated Intensity in Single Crystals for Various Diffraction Conditions / S. M. Brovchuk, V. B. Molodkin, A. I. Nizkova, I. I. Rudnytska, G. I. Grankina, **V. V. Lizunov,** **S. V. Lizunova**, B. V. Sheludchenko, E. S. Skakunova, S. V. Dmitriev, I. N. Zabolotnyi, A. A. Katasonov, B. F. Zhuravlev, R. V. Lekhnyak, L. N. Skapa, N. P. Irha // Металлофиз. новейшие технол. — 2014. — т. 36, № 8. — с. 1035–1048.
21. Возможности диагностики нескольких типов дефектов кристалла на основе эффекта различного влияния дефектов разного типа на деформационную зависимость полной интегральной интенсивности динамической дифракции / **В. В. Лизунов**, С. М. Бровчук, А. И. Низкова, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, Б. В. Шелудченко, А. И. Гранкина, И. И. Рудницкая, С. В. Дмитриев, Н. Г. Толмачев, Р. В. Лехняк, Л. Н. Скапа, Н. П. Ирха // Металлофиз. новейшие технол. — 2014. — т. 36, № 9. — с. 1271–1285.
22. Теоретическая трехосевая модель динамического рассеяния и формирования изображений новообразований произвольной формы на ранних стадиях / Б. В. Шелудченко, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, М. В. Ковальчук, Э. Х. Мухамеджанов, В. А. Бушуев, Ю. П. Хапачев, В. Е. Сторижко, С. И. Олиховский, Е. Н. Кисловский, А. Ю. Гаевский, **В. В. Лизунов**, А. И. Низкова, Т. П. Владимирова, В. В. Молодкин, Е. В. Фузик, А. В. Гошкодеря, А. А. Белоцкая, Г. О. Велиховский, А. А. Музыченко, Р. В. Лехняк // Актуальные вопросы современного естествознания. — 2014. — Вып. 12. — с. 32–49.
23. Новые возможности диффузнодинамической дифрактометрии дефектов в материалах наноиндустрии / В.Б. Молодкин, **В. В. Лизунов, С.В. Лизунова**, Е.С. Скакунова, С.В. Дмитриев, Б.В. Шелудченко, С. М. Бровчук, Л. Н. Скапа // Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине. — Киев: Академпериодика, 2014. — с. 253–259.
24. Неразрушающая селективная по глубине диагностика изделий нанотехнологий / В. Б. Молодкин, А. Ю. Гаевский, С. И. Олиховский, Е. Н. Кисловский, Т. П. Владимирова, А. А. Белоцкая, **Я. В. Василик**, Е. С. Скакунова, **В. В. Лизунов, С. В. Лизунова**, О. В. Решетник, И. Н. Заболотный, А. А. Катасонов, И. Э. Голентус // Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине. — Киев: Академпериодика, 2014. — с. 260–265.
25. Основы многопараметрической диагностики с использованием
деформационных зависимостей полной интегральной
интенсивности динамической дифракции / **В. В. Лизунов**, С. М. Бровчук, А. И. Низкова, В. Б. Молодкин, **С. В. Лизунова**, Б. В. Шелудченко, А. И. Гранкина, И. И. Рудницкая, С. В. Дмитриев, Н. Г. Толмачев, Р. В. Лехняк, Л. Н. Скапа, Н. П. Ирха // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. — 2014.— т. 12, №. 3. — с. 565–584.
26. Дисперсионная чувствительность картины рассеяния к дефектам в зависимости от толщины кристаллических изделий нанотехнологий. I. Теоретическая модель / **В. В. Лизунов**, Е. В. Кочелаб, Е. С. Скакунова, Е. Г. Лень, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, Н. Г. Толмачёв, Б. В. Шелудченко, **С. В. Лизунова**, Л. Н. Скапа // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. — 2015.— т. 13, №. 1. — с. 99–115.
27. Дисперсионная чувствительность картины рассеяния к дефектам в зависимости от толщины кристаллических изделий нанотехнологий. II. Численный эксперимент / **В. В. Лизунов**, Е. В. Кочелаб, Е. С. Скакунова, Е. Г. Лень, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, Н. Г. Толмачёв, Б. В. Шелудченко, **С. В. Лизунова**, Л. Н. Скапа // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. — 2015.— т. 13, №. 2. — с. 349–370.
28. Новые возможности интегральной динамической дифрактометрии несовершенств кристаллов / **В. В. Лизунов**, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, **С. В. Лизунова**, Н. Г. Толмачев, А. И. Низкова, Е. С. Скакунова, С. В. Дмитриев, Б. В. Шелудченко, **Я. В. Василик**, Т. Г. Сыч, Е. В. Фузик, Р. В. Лехняк, Л. Н. Скапа // Металлофиз. новейшие технол. — 2015. — т. 37, № 2. — с. 265–279.
29. Дисперсійна (фазова) природа структурної чутливості та інформативності трикристальної дифрактометрії дефектів і деформацій в іонно-імплантованих плівках / О. С. Скакунова, С. Й. Оліховський, В. Б. Молодкін, Є. Г. Лень, Є. М. Кисловський, О. В. Решетник, Т. П. Владімірова, Є. В. Кочелаб, **В. В. Лізунов**, **С. В. Лізунова**, В. Л. Маківська, М. Г. Толмачов, Л. М. Скапа, **Я. В. Василик**, К. В. Фузік // Металлофиз. новейшие технол. — 2015. — т. 37, № 3. — с. 409–430.
30. Нові фізичні уявлення щодо природи прояву недосконалостей структури матеріялів у картині багатократного розсіяння випромінення та перспективи їх використання / В. Б. Молодкін, В. Ю. Сторіжко, **В. В. Лізунов, С. В. Лізунова**, М. Г. Толмачов, Л. М. Скапа, К. В. Фузік, В. В. Молодкін, О. С. Скакунова, Б. В. Шелудченко, С. В. Дмітрієв, Є. В. Кочелаб, Р. В. Лехняк // Успехи физики металлов — 2015. — т. 16, № 2. — с. 159–173.
31. Quantum-Mechanical Model of Self-Consistent Amplitude and Dispersion Influences of Structure Imperfections on the Multiple Scattering Pattern for Mapping and Characterization of Strains and Defects in Ion-Implanted Garnet Films / V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, E. S. Skakunova, E. G. Len, E. N. Kislovskii, O. V. Reshetnyk, T. P. Vladimirova, V. V. Lizunov, L. N. Skapa, **S. V. Lizunova**, E. V. Fuzik, N. G. Tolmachev, B. K. Ostafiychuk, V. M. Pylypiv, O. Z. Garpul’ // Металлофиз. новейшие технол. — 2015. — т. 37, № 8. — с. 1017–1026.
32. Теория динамического фактора Кривоглаза–Дебая–Валлера / С. В. Дмитриев, Р. В. Лехняк, В. Б. Молодкин, **В. В. Лизунов**, Л. Н. Скапа, Е. С. Скакунова, **С. В. Лизунова**, С. И. Олиховский, Е. Г. Лень, Н. Г. Толмачев, Б. В. Шелудченко, Е. В. Фузик, Г. О. Велиховский // Металлофиз. новейшие технол. — 2015. — т. 37, № 9. — с. 1169–1181.
33. Дисперсионные эффекты взаимосвязанности зависимостей от различных условий дифракции картины рассеяния и колоссального усиления этих зависимостей и их структурной чувствительности и информативности / Л. Н. Скапа, **В. В. Лизунов**, В. Б. Молодкин, Е. Г. Лень, Б. В. Шелудченко, **С. В. Лизунова**, Е. С. Скакунова, Н. Г. Толмачев, С. В. Дмитриев, Р. В. Лехняк, Г. О. Велиховский, В. В. Молодкин, И. Н. Заболотный, Е. В. Фузик, О. П. Васькевич // Металлофиз. новейшие технол. — 2015. — т. 37, № 11. — с. 1567–1582.
34. Dynamical Theory of Triple-Crystal X-Ray Diffractometry and Characterization of Microdefects and Strains in Imperfect Single Crystals / V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, E. G. Len, Ye. M. Kyslovskyy, O. V. Reshetnyk, T. P. Vladimirova, B. V. Sheludchenko, O. S. Skakunova, **V. V. Lizunov**, E. V. Kochelab, I. M. Fodchuk, V. P. Klad’ko // Металлофиз. новейшие технол. — 2016. — т. 38, № 1. — с. 99–139.
35. X-ray diffraction characterization of microdefects in silicon crystals after high-energy electron irradiation / V. B. Molodkin, S. I. Olikhovskii, E. G. Len, B. V. Sheludchenko, **S.V. Lizunova**, Ye. M. Kyslovskyy, T. P. Vladimirova, E. V. Kochelab, O. V. Reshetnyk, V. V. Dovganyuk, I. M. Fodchuk, T. V. Lytvynchuk, V. P. Klad’ko, and Z. S´wiatek // Phys.Stat.Sol. – 2011. – V.208, No.11, pp.2552-2557.
36. **С.В. Лизунова**, В.Б. Молодкин, Б.В. Шелудченко, **В.В. Лизунов**/ Теория многократного (динамического) рассеяния в некристаллических объектах// Металлофиз. новейшие технол. – 2013.– т.35, №11, с. 1585-1593.
37. Б.В. Шелудченко, В.Б. Молодкин, **С.В. Лизунова**, С.И. Олиховский, Е.Н. Кисловский, А.Ю. Гаевский, **В. В. Лизунов**, А.И. Низкова, Т.П. Владимирова, В.В. Молодкин, Е.В. Фузик, А.В. Гошкодеря, А.А. Белоцкая, Г.О. Велиховский, А.А. Музыченко, Р.В. Лехняк, Теоретическая трехосевая модель динамического рассеяния и формирования изображений некристаллических объектов // Металлофиз. новейшие технол. — 2014. — 36, № 4. — С. 561–575.
38. V. B. Molodkin, G. О. Velikhovskii, **S. V. Lizunova, V. V. Lizunov**, B. V. Sheludchenko, E. M. Kislovskii, Ya. V. Vasilik, О. S. Skakunova, S. V. Dmitriev, К. V. Fuzik, and R. V. Lekhnyak, Quantum-Mechanical Model for Phase-Contrast Imaging of Non-Crystalline Objects, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik [Materials Science and Engineering Technology] — 2016. — 47, Iss. 2–3. — p. 246–253.

**Матеріали конференцій**

1. **S.V.Lizunova**. The model of multiparametric diffuse-dynamical combined diffractometry of multilayer systems with defects / **S.V.Lizunova**, V.B.Molodkin, O.S.Skakunova //International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties, 27-30 September 2011: Proceeding of International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties, 2011.
2. **С.В.Лизунова**. Эффектизмененияизбирательностичувствительностикдефектам различноготипавгетеросистемахзасчетвариаций условий дифракции / **С.В.Лизунова**, В.Б. Молодкин, В.Л. Носик, С.И. Олиховский, Е.Н. Кисловский, Е.Г. Лень, Е.С. Скакунова, В.В. Молодкин / VIII национальная конференция «Рентгеновское, Синхротронное излучения, Нейтроны и Электроны для исследования наносистем и материалов. Нано-Био-Инфо-Когнитивные технологии». РСНЭ – НБИК, 14-18 ноября 2011 г.: материалы III международной научно-технической конференция – Москва, 2012, – С. 457.
3. **С.В.Лизунова**.Анализ изменения чувствительности и информативности диагностики многослойных систем с дефектами при вариациях условий дифракции/ **С. В. Лизунова**, В. Б. Молодкин, С. И. Олиховский, Е. Н. Кисловский, Е. Г. Лень, Е. С. Скакунова, В. В. Молодкин // ІІ Всеукраїнська конференція молодих вчених «Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології». Київ, Україна, 16-18 листопада, 2011. – С. 235.
4. **С.В.Лизунова**.Диффузнодинамическая теория кривых отражения в геометриях лауэ и брэгга для многослойных наносистем/ **С.В.Лизунова**, В.Б. Молодкин, А.П. Шпак, М.В. Ковальчук, В.Л. Носик, С.И. Олиховский, Е.Н. Кисловский, Е.Г. Лень, Е.С. Скакунова // Тезисы II Международной научной конференции «Наноструктурные материалы-2010: Беларусь, Россия, Украина», Киев, 19-22 октября, 2010. – С. 770.
5. **Ya.V. Vasylyk.** X-Ray Diffractometry of Microdefect Structure Evolution in Si Crystals after High-Energy Electron Irradiation / **Vasylyk Ya.V., Lizunova S.V.** // Youth International School-Conference "Modern Methods of Diffraction Data Analysis and Topical Problems of X-ray Optics", 15th-20th September, St. Petersburg, Russia – 2012.-Р.231
6. **С.В. Лізунова**. Динамічна дифрактометрія дефектів і деформацій в кристалах гранату Gd3Ga5O12 після імплантації іонами F+ / О.С. Скакунова, В.М. Пилипів, Т.П. Владімірова, С.Й. Оліховський, В.Б. Молодкін, Б.К. Остафійчук, Є.М. Кисловський, О.В. Решетник, **С.В. Лізунова //** Тезисы IV Международной научной конференции «Наноразмерные системы: строение, свойства, технологии», 19-22 ноября 2013г., Киев, Украина. – С. 341.
7. **В.В. Лизунов**. Количественная интерпретация медико-биологических изображений объектов микронных размеров на основе использования преломления рентгеновских лучей / В.Б. Молодкин, Б.В. Шелудченко, **В.В. Лизунов, С.В. Лизунова**, В.Е. Сторижко, Е.Н. Кисловский**//** Тезисы IV Международной научной конференции «Наноразмерные системы: строение, свойства, технологии», 19-22 ноября 2013г., Киев, Украина. – С. 343.
8. В.Б. Молодкін. Теоретичні основи та методи структурної діагностики нового покоління/ В.Б. Молодкін, В.Ф. Мачулін, **С.В. Лізунова**, О.С. Скакунова// VI Українська наукова конференція з фізики напівпровідників УНКФН-6, 30 вересня–4 жовтня, Чернівці, 2013, с. 25
9. G. О. Velikhovskii.Dispersive model for structural diagnostics of nano manufactures and medical objects/ G. О. Velikhovskii, V. B. Molodkin, **S. V. Lizunova, V. V. Lizunov**, О. S. Skakunova, S. V. Dmitriev, К. V. Fuzik, B. V. Sheludchenko, L. M. Skapa, R. V. Lekhnyak // Ukrainian-German Symposium on Physics and Chemistry of Nanostructures and on Nanobiotechnology, 21-25 September, 2015, Kyiv, Ukraine.
10. M. V. Ushakov. The Method of Non-Destructive Structural Diagnostics of Multilayer Graphene-Based Systems // M. V. Ushakov, V. B. Molodkin, V. A. Tatarenko, **V. V. Lizunov**, T. M. Radchenko, **S. V. Lizunova**, S. V. Dmitriev, and I. E. Golentus// 3rd Ukrainian–French School–Seminar ‘Carbon Nano-materials: Structure and Properties’ 2017 (25–27 September, 2017, Kyiv, Ukraine), p. 21.
11. **Лізунов В.В.**. Фазова природа явища підсилення прояву дефектів кристалів у картині багатократного розсіяння/ **В.В.Лізунов** // Тези доповідей конференції “Сучасні проблеми фізики металів і металічних систем”. Конференцію присвячено 70-річчю заснування Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова Національної академії наук України, 25-27 травня 2016 року. К.: – 2016. – С. 107.
12. K.V. Fuzik. Quantum-mechanical model of phase-contrast images for nanoscale non-crystalline objects / K.V. Fuzik, V.B. Molodkin, G.O. Velikhovskyi, **S.V. Lizunova**,B.V. Sheludchenko, N.G. Tolmachev, **V.V. Lizunov**, S.V. Dmitriev // V International conference «Nanotechnology and nanomaterials», 23-26 August 2017.

**Патенти**

1. Б. Є. Патон, В. Б. Молодкін, І. М. Карнаухов, І. М. Неклюдов, В. Ю. Сторіжко, П. П. Горбик, Г. І. Низкова, С. Й. Оліховський, О. Ю. Гаєвський, **С. В. Лізунова**, Б. В. Шелудченко, **В. В. Лізунов**, О. В. Третяк, С. П. Репецький, М. Г. Толмачов, А. Д. Шевченко, К. В. Фузік, В. В. Молодкін, Г. О. Веліховський / Спосіб фазової рентгенографії некристалічного об'єкта довільних форми і розмірів // Патент України на винахід № 111437 (Опубліковано 25.04.2016, Бюл. № 8). Заявник та патентовласник: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

Автори:

Зав.відділу, д. ф.-м. н. В.В. Лізунов

с.н.с., к. ф.-м. н. С.В. Лізунова

н.с., к.ф.-м.н. Я.В. Василик

Підписи зав.відділу Лізунова В.В., с.н.с. Лізунової С.В та н.с. Василика Я.В. засвідчую:

Учений секретар Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України

к.ф.-м.н. Є.В. Кочелаб