ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова установа	Інститут прикладної фізики Національної академії наук України (ідентифікаційний код 05399225)

1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня доктора філософії	Скороход Роман Володимирович
1.2. Освітньо-наукова програма, яку завершив здобувач	56300 Фізика (104 Фізика та астрономія)
1.3. Окремі елементи освітньо-наукової програми забезпечуються іншим закладом вищої освіти/ науковою установою (у тому числі іноземним)	ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації	Радіаційно-індукована сегрегація в концентрованих металевих сплавах Fe-Cr та Fe-Cr-Ni
2.2. Анотація дисертації	Скороход Р.В. Радіаційно-індукована сегрегація в концентрованих металевих сплавах Fe-Cr та Fe-Cr-Ni. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія. – Інститут прикладної фізики Національної академії наук України, Суми, 2024. Дисертацію присвячено послідовному моделюванню радіаційно-індукованої сегрегації в концентрованих сплавах Fe-Cr і Fe-Cr-Ni на основі системи нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних, числовим розрахункам та порівняльному аналізу визначальних кількісних характеристик радіаційно-індукованої сегрегації за різних умов опромінення та теоретичному дослідженню пізньої стадії рівноважної сегрегації домішки на міжзеренній межі по механізму визрівання Оствальда. У роботі представлено літературний огляд важливих результатів, що стосуються провідних досліджень явища радіаційно-індукованої сегрегації (РІС) та визрівання Оствальда (ВО). Розглянуто основні механізми РІС та моделі РІС як в концентрованих так і в розбавлених металевих сплавах. Обговорено експериментальні результати стосовно збагачення або збіднення Cr та інших компонентів на стоках точкових дефектів (поверхнях зразка, міжзеренних межах, межах між фазами, порах, тощо) в сплавах на основі Fe під дією опромінення. Детально розглянуто модель РІС для концентрованих металевих сплавів, яка базується на першому і другому законах Фіка з урахуванням оберненого ефекту Кіркендала. В даній роботі для моделювання РІС використано саме цю модель, яка з достатньо високою точністю описує зміну концентрацій компонентів за умов опромінення в сплавах Fe-Cr та Fe-Cr-Ni. Математична реалізація

цієї моделі призводить до системи зв’язних нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних з відповідними початковими та граничними умовами. Обговорено алгоритм розв’язання системи рівнянь РІС у випадку пласкої геометрії зразків з постійною товщиною . Систему диференціальних рівнянь РІС розв’язано чисельно для сплавів Fe-Cr та Fe-Cr-Ni за актуальних для експерименту умов опромінення.

Для N-компонентних концентрованих металевих сплавів виділено визначальні кількісні характеристики РІС. До таких ми відносимо наступні: концентраційні профілі компонентів сплаву і точкових дефектів (ТД), поверхневу концентрацію атомів компонентів сплаву, величину поверхневого збагачення (збіднення) атомів, повну ширину концентраційного профілю атомів на рівні половини максимального збагачення (збіднення), сегрегаційну площу атомів та дискримінант РІС атомів в стаціонарному режимі. Відмітимо, що найбільш важливим характеристиками РІС є концентраційні профілі компонентів сплаву та поверхневі збагачення, які несуть основну інформацію про зміну локального складу сплаву та безпосередньо досліджуються в експерименті.

В роботі методом комп’ютерного моделювання проведено дослідження РІС в модельних бездислокаційних зразках сплаву Fe-9Cr та в зразках з різною густиною дислокацій в дислокаційній підсистемі.

Для бездислокаційного шару сплаву Fe-9Cr детально проаналізовано вплив швидкості продукування ТД, набраної дози, температури та товщини зразка на визначальні кількісні характеристики РІС. Показано, що для сплаву Fe-9Cr поверхнева концентрація Cr найбільш суттєво залежить від енергій міграції вакансій та міжвузельних атомів Fe і Cr.

Для сплаву Fe-9Cr продемонстровано процес досягнення стаціонарного режиму РІС при збільшенні дози опромінення, вихід на який спостерігається при дозі D=1 зна. В той же час концентраційні профілі вакансій та міжвузельних атомів мало змінюються при D>10-3 зна. Показано, що в процесі опромінення (зі збільшенням дози) крутизна концентраційного профілю Cr зменшується, а значення поверхневої концентрації Cr, сегрегаційної площі Cr та повної ширини концентраційного профілю атомів Cr на рівні половини максимального збагачення збільшується.

Показано, що в сплаві Fe-9Cr з ростом температури дифузійні процеси «розмивають» концентраційні профілі Cr, а також збільшують значення поверхневої концентрації Cr, яке досягає максимального значення при певній температурі та потім суттєво спадає. Зазначена поведінка поверхневої концентрації Cr виникає, оскільки має місце конкуренція двох процесів: відносно високої рекомбінації ТД при низьких температурах та сильної зворотної дифузії при високих температурах. Якісно аналогічна температурна залежність з максимумом спостерігається і для сегрегаційної площі Cr. Значення повної ширини концентраційного профілю атомів Cr на рівні половини максимального збагачення зі збільшенням температури спочатку зростає, а потім прямує до постійної величини.

Встановлено, що для сплаву Fe-9Cr зі збільшенням швидкості продукування радіаційних ТД K0 концентраційні профілі Cr «звужуються». Відмітимо, що при відносно низьких температурах

T<300°C концентраційні профілі Cr (як і інші зазначені вище визначальні характеристики РІС), розраховані для різних значень швидкості продукування ТД, мало відрізняються. При відносно високих температурах значення поверхневого збагачення Cr та сегрегаційної площі Cr з ростом швидкості продукування ТД спочатку збільшуються, досягають максимальних значень та спадають. Такий характер обговорюваних залежностей пов'язаний зі збільшенням відносної концентрації ТД за рахунок радіаційної генерації ТД при низьких значеннях швидкості продукування ТД та великою швидкістю анігіляції ТД при високих значеннях K0. Значення повної ширини концентраційного профілю атомів Cr на рівні половини максимального збагачення спадає зі збільшенням швидкості продукування ТД.

Достатньо очевидно, що в моделі з ідеальними стоками ТД (концентрації ТД на поверхні зразку дорівнюють нулю) ефекти зворотної дифузії будуть послаблюватися в порівнянні з моделлю з термодинамічно рівноважними граничними концентраціями ТД. Тоді, як нами показано, при низьких швидкостях продукування ТД та високих температурах ефекти РІС в моделі з ідеальними стоками ТД проявляються більш яскраво.

Детально досліджено вплив дислокаційної підсистеми в сплаві Fe-9Cr на визначальні кількісні характеристики РІС. Проаналізовано концентраційні профілі Cr для зразків сплаву зі значеннями густин дислокацій ρD=1012, 1014, 1016 м-2 при різних набраних дозах опромінення та швидкостях продукування ТД. Показано, що в сплаві Fe-9Cr зі збільшенням густини дислокацій в дислокаційній підсистемі сплаву, яка є природним стоком ТД, зменшуються концентрації ТД. Це призводить до зменшення дифузійних потоків атомів Cr та Fe, які пов'язані з дифузійними потоками ТД, і як наслідок, до зменшення значень збагачення Cr та сегрегаційної площі Cr. Встановлено, що висока густина дислокацій та велика швидкість продукування радіаційних ТД є факторами, які уповільнюють встановлення стаціонарного режиму РІС.

Проведені моделювання РІС та розрахунки дискримінанту РІС в стаціонарному режимі РІС в сплаві Fe-20Cr-8Ni вказують на збіднення Cr та збагачення Ni і Fe за умов опромінення. Для сплаву Fe-20Cr-8Ni досліджено вплив температури та швидкості продукування ТД на визначальні кількісні характеристики РІС. Показано, що в сплаві Fe-20Cr-8Ni до виходу на стаціонарний режим РІС з ростом дози опромінення збільшується поверхнева концентрація Cr та Ni.

Для сплаву Fe-20Cr-8Ni також досліджено взаємний вплив швидкості продукування ТД та температури на концентраційні профілі компонентів сплаву. Показано, що вплив збільшення швидкості продукування ТД на концентраційні профілі компонентів сплаву з достатньо високою точністю можна компенсувати відносно невеликим збільшенням температури. Це пов'язано з конкуренцією двох процесів: «розмиванням» концентраційних профілів за рахунок дифузії та їхнім «звуженням» за рахунок радіаційного опромінення.

Проведено моделювання РІС в сплавах Fe-xCr-8Ni та Fe-20Cr-yNi, де x=19; 19,5; 20; 20,5; 21 і y=7; 7,5; 8; 8,5; 9 при енергіях міграцій вакансій, взятих для сплаву Fe-20Cr-8Ni, а також розрахованих для кожного сплаву з конкретними значеннями x, y. Проведено порівняння значень поверхневих збагачень (збіднень),

сегрегаційних площ, повних ширин концентраційних профілів на рівні половини максимального збагачення (збіднення) Cr та Ni для сплавів Fe-xCr-8Ni та Fe-20Cr-yNi, які розраховані при різних визначених вище значеннях енергій міграції вакансій.
Здійснено порівняння результатів моделювання РІС в сплавах на основі Fe з експериментально одержаними іншими авторами.
Теоретично розглянуто пізню стадію рівноважної сегрегації домішки на міжзеренній межі по механізму визрівання Оствальда у випадку утворення сферичних виділень нової фази.
Сформульовано систему рівнянь, яка описує ВО сферичних виділень на міжзеренній межі, ріст яких лімітується поверхневою кінетикою вбудови атомів домішки в виділення. Ця система складається з рівняння швидкості росту окремого виділення, кінетичного рівняння для функції розподілу виділень нової фази за розмірами, яка нормована на густину виділень та рівняння балансу речовини в системі (закону збереження речовини). В законі збереження речовини ураховуються атоми домішки, які знаходяться як в твердих розчинах в міжзеренній межі і тілі зерна, так і в виділеннях нової фази.
Знайдено асимптотичні часові залежності середнього і критичного радіусів виділення, пересичення твердого розчину атомів домішки в міжзеренній межі, функції розподілу виділень за розмірами, густини виділень (числа виділень на одиницю площі міжзеренної межі), коефіцієнта заповнення міжзеренної межі виділеннями (площі, що покривається виділеннями на одиниці площі міжзеренної межі) та повного числа атомів домішки у виділеннях.
Коефіцієнт заповнення міжзеренної межі виділеннями є характеристикою специфічною для двовимірних задач ВО.
Обговорюються границі застосування проведеного розгляду.
Skorokhod R.V. Radiation-induced segregation in concentrated Fe-Cr and Fe-Cr-Ni metal alloys. –Manuscript.
The thesis for the scientific degree of the doctor of philosophy by specialty 104 – physics and astronomy. – Institute of Applied Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Sumy, 2024.
The thesis is devoted to the sequential modeling of radiation-induced segregation in concentrated Fe-Cr and Fe-Cr-Ni alloys based on a system of nonlinear partial differential equations, numerical calculations and comparative analysis of the governing quantitative characteristics of radiation-induced segregation under different irradiation conditions and theoretical research of late stages of equilibrium segregation of impurities at the grain boundary by the Ostwald ripening mechanism.
The paper presents a literature review of important results related to leading studies of the phenomenon of radiation-induced segregation (RIS) and Ostwald ripening (OR). The main mechanisms of RIS and models of RIS in concentrated and dilute metal alloys are considered.
Experimental results regarding the enrichment or depletion of Cr and other components on the point defects sinks (sample surfaces, grain boundaries, boundaries between phases, voids, etc.) in Fe-based alloys under irradiation are discussed.
The RIS model for concentrated metal alloys, which is based on Fick's first and second laws, taking into account the inverse Kirkendall effect, is considered in detail. In this work, this model was used for RIS modeling, which describes with a sufficiently high accuracy the change in the concentrations of components under irradiation in Fe-Cr and Fe-

Cr-Ni alloys. The mathematical implementation of this model leads to a system of coupled nonlinear partial differential equations with appropriate initial and boundary conditions. The algorithm for solving the system of RIS equations in the case of flat geometry of samples with constant thickness is discussed. The system of RIS differential equations was solved numerically for Fe-Cr and Fe-Cr-Ni alloys under the relevant irradiation conditions for the experiment.

For N-component concentrated metal alloys the governing quantitative characteristics of RIS were highlighted. We include the following: concentration profiles of alloy components and point defects (PD), surface concentration of atoms of alloy components, the value of surface enrichment (depletion) of atoms, the full width of the concentration profile of atoms at half maximum enrichment (depletion), segregation area of atoms and the discriminant RIS of atoms in a steady state. We note that the most important characteristics of RIS are the concentration profiles of the alloy components and surface enrichments, which carry the main information about the change in the local composition of the alloy and are directly investigated in the experiment.

In the paper, the computer simulation method was used to study RIS in model dislocation-free samples of the Fe-9Cr alloy and in samples with different dislocation densities in the dislocation subsystem.

For the dislocation-free layer of the Fe-9Cr alloy, the influence of the production rate of PD, the received dose, the temperature, and the thickness of the sample on the governing quantitative characteristics of the RIS was analyzed in detail. It is shown that for the Fe-9Cr alloy, the surface concentration of Cr most significantly depends on the vacancies and interstitials migration energies of both Fe and Cr.

For the Fe-9Cr alloy, the process of reaching the steady state of RIS with increasing irradiation dose is demonstrated, the output of which is observed at a dose of D=1 dpa. At the same time, the concentration profiles of vacancies and interstitials change little at D>10-3 dpa. It is shown that in the process of irradiation (with increasing dose), the steepness of the Cr concentration profile decreases, and the value of the surface concentration of Cr, the segregation area of Cr, and the full width of the concentration profile of Cr atoms at half maximum enrichment increases.

It is shown that in the Fe-9Cr alloy, with increasing temperature, diffusion processes "blur" the concentration profiles of Cr. Diffusion processes also increase the value of the surface concentration of Cr, which reaches a maximum value at a certain temperature and then significantly decreases. The specified behavior of the surface concentration of Cr occurs because there is a competition between two processes: relatively high PD recombination at low temperatures and strong back diffusion at high temperatures. A qualitatively similar temperature dependence with a maximum is also observed for the segregation area of Cr. The value of the full width of the concentration profile of Cr atoms at the half maximum enrichment with increasing temperature first increases, and then approaches a constant value.

It was found that for the Fe-9Cr alloy, with an increase in the production rate of radiation PD K0, the concentration profiles of Cr "narrowing". Note that at relatively low temperatures T<300°C, the concentration profiles of Cr (as well as the other governing characteristics of the RIS mentioned above), calculated for different values of the production rate of PD, differ little. At relatively high temperatures, the values of the

surface enrichment of Cr and the segregation area of Cr with the growth of the production rate of PD initially increase, reach maximum values, and then decrease. This character of the discussed dependencies is associated with an increase in the relative concentration of PD due to radiation generation of PD at low values of the production rate of PD and a high rate of annihilation of PD at high values of K0. The value of the full width of the concentration profile of Cr atoms at the half maximum enrichment decreases with an increase in the production rate of PD.

It is quite obvious that in the model with ideal PD sinks (the concentration of PD on the surface of the sample is equal to zero), the effects of back diffusion will be weakened compared to the model with thermodynamically equilibrium boundary concentrations of PD. Then, as we have shown, at low production rates of PD and high temperatures, the effects of RIS in the model with ideal PD sinks are more pronounced.

The effect of the dislocation subsystem in the Fe-9Cr alloy on the governing quantitative characteristics of the RIS was studied in detail. The concentration profiles of Cr for alloy samples with values of dislocation densities ρD=1012, 1014, 1016 m-2 at different received radiation doses and production rates of PD were analyzed. It is shown that in the Fe-9Cr alloy, with an increase in the density of dislocations in the dislocation subsystem of the alloy, which is a natural PD sink, the concentration of PD decreases. This leads to a decrease in the diffusion fluxes of Cr and Fe atoms, which are related to the diffusion fluxes of PD, and as a result, to a decrease in the values of enrichment of Cr and segregation area of Cr. It was established that the high density of dislocations and the high production rate of radiation PD are factors that slow down the establishment of the steady state of RIS.

The conducted modeling of RIS and calculations of the discriminant of RIS in the steady state in the Fe-20Cr-8Ni alloy indicate depletion of Cr and enrichment of Ni and Fe under irradiation conditions. For the Fe-20Cr-8Ni alloy, the influence of temperature and production rate of PD on the governing quantitative characteristics of RIS was investigated. It is shown that in the Fe-20Cr-8Ni alloy, the surface concentration of Cr and Ni increases with the increase of the irradiation dose before reaching the steady state of RIS.

For the Fe-20Cr-8Ni alloy, the mutual influence of the production rate of PD and temperature on the concentration profiles of the alloy components was also investigated. It is shown that the effect of an increase in the production rate of PD on the concentration profiles of the alloy components can be compensated with a sufficiently high accuracy by a relatively small increase in temperature. This is due to the competition of two processes: "blurring" of concentration profiles due to diffusion and their "narrowing" due to radiation exposure.

Modeling of RIS was carried out in Fe-xCr-8Ni and Fe-20Cr-yNi alloys, where x=19; 19.5; 20; 20.5; 21 and y=7; 7.5; 8; 8.5; 9 at the vacancies migration energies taken for the Fe-20Cr-8Ni alloy, as well as calculated for each alloy with specific values of x, y. A comparison of values of surface enrichments (depletions), segregation areas, full widths of concentration profiles at half maximum enrichment (depletion) of Cr and Ni for Fe-xCr-8Ni and Fe-20Cr-yNi alloys, which were calculated at different values of the vacancies migration energies defined above.

A comparison of the results of RIS modeling in Fe-based alloys with experimentally obtained by other authors was made.

	The late stage of equilibrium segregation of the impurity at the grain boundary according to the Ostwald ripening mechanism in the case of the formation of spherical precipitates of a newly phase is theoretically considered. A system of equations which describes surface-kinetics-limited of impurity atom imbedding into the precipitate growth of OR of spherical precipitates on the grain boundary is formulated. This system consists of the equation of growth rate of the precipitate, the kinetic equation for the precipitates size distribution function which is normalized by the precipitates density, and the equation of the balance of matter in the system (the law of conservation of matter). The law of conservation of matter takes into account the atoms of impurities which are in solid solutions of the grain boundary and the body of the grain as well as in the precipitates. The asymptotic time dependences are found for the average and critical precipitate radius, supersaturation of solid solution of impurity atoms in the grain boundary, precipitate size distribution function, precipitate density (the number of precipitates per unit area of the grain boundary), the factor of grain boundary filling with precipitates (the area covered by the precipitates per unit area of the grain boundary) and the total number of impurity atoms in precipitates. The factor of grain boundary filling with precipitates is a characteristic of the two-dimensional OR problem. A discussion of the limits of validity of obtained results is given.
2.3. Ключові слова дисертації	радіаційно-індукована сегрегація, мікроструктура, опромінення, концентровані металеві сплави та сталі, комп'ютерне моделювання, концентраційні профілі, поверхневе збагачення, точкові дефекти, дифузія, коефіцієнт дифузії, дислокаційна підсистема сплаву, рівноважна сегрегація, міжзеренна межа, визрівання Оствальда, механічні властивості
2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації	http://iap.sumy.org/attachments/repositary/6/1/7/9/8/617985bea71cddd5136511c969f897ef.pdf

2.5. Публікації здобувача, зараховані для захисту

Skorokhod, R.V., Buhay, O.M., Bilyk, V.M., Denysenko, V.L., Koropov, O.V., MODELING RADIATION-INDUCED SEGREGATION IN BINARY ALLOYS. East European Journal of Physics, 2018, 5(1), pp. 61-69. (in Ukrainian) Scopus, Q4

Рік	2018
Ключові слова	materials of nuclear engineerin, radiation-induced segregation, binary metal alloys, concentration profiles, point defects, inverse Kirkendall effect, balance equations, computer simulation
DOI	10.26565/2312-4334-2018-1-07
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://periodicals.karazin.ua/eejp/article/view/10465

Koropov, O., Skorokhod, R., SURFACE-KINETICS-LIMITED OSTWALD RIPENING OF SPHERICAL PRECIPITATES AT GRAIN BOUNDARIES. East European Journal of Physics, 2019, (1), pp. 75–85. (in Ukrainian) Scopus, Q4

Рік	2019
Ключові слова	diffusion, grain boundaries, Ostwald ripening, precipitates, surface kinetics
DOI	10.26565/2312-4334-2019-1-07
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://periodicals.karazin.ua/eejp/article/view/12402

Skorokhod, R.V., Koropov, O.V., Modelling of Radiation-Induced Segregation in Fe–9 at.% Cr Alloy with Alloy Dislocation Subsystem Considered. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, 2022, 44(6), pp. 691–711. (in Ukrainian)
Scopus, Q3

Рік	2022
Ключові слова	alloy dislocation subsystem, computer modeling, concentrated metal alloys, concentration profiles, point defects, radiation-induced segregation, surface enrichmen
DOI	10.15407/mfint.44.06.0691
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://mfint.imp.kiev.ua/ua/abstract/v44/i06/0691.html

3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту	https://www.youtube.com/@IAP_NASU

4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої ради про утворення разової ради	08.07.2024

Голова разової ради

ПІБ	**Харченко Дмитро Олегович**
Місце роботи	Інститут прикладної фізики Національної академії наук України
Посада	завідувач відділу (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ моделювання радіаційних ефектів та мікроструктурних перетворень у конструкційних матеріалах
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.02 Теоретична фізика
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-3855-313X

Публікації за тематикою дисертації

Kharchenko, D.O., Kharchenko, V.O., Qin, J., Wu, L., Lysenko, B.O., Dvornichenko, A.V., Modeling phase separation and composition patterning in FeCrAl alloys at neutron irradiation. Physica Scripta, 2024, 99(7), 075921
Scopus, Q2

Рік	2024
Ключові слова	composition patterning, defects, irradiation, phase field modeling, phase separation
DOI	10.1088/1402-4896/ad5142
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1402-4896/ad5142

Kharchenko, V.O., Kong, X., Xin, T., Wu, L., Shchokotova O.M., Kharchenko, D.O., Kokhan, S.V. Phase field modeling of precipitation in Zr-1%Nb-1%Sn alloy: a study of statistical properties and mechanical response. Physica Scripta, 2023, 98(3), 035714
Scopus, Q2

Рік	2023
Ключові слова	deformation, hardening, phase field modeling, precipitation
DOI	10.1088/1402-4896/acbcf9
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1402-4896/acbcf9

Shchokotova, O.M., Kharchenko, D.O., Kharchenko, V.O., Kupriienko, V.V., Kokhan, S.V., Modelling of Radiation Effect on Deformation and Changes in the Mechanical Properties of Zr-Nb Binary Alloy. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, 2021, 43(11), pp. 1489–1521) (in Ukrainian)
Scopus, Q3

Рік	2021
Ключові слова	binary alloy, defects, deformation, irradiation, mechanical properties
DOI	10.15407/mfint.43.11.1489
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://mfint.imp.kiev.ua/en/abstract/v43/i11/1489.html

Рецензент

ПІБ	**Батурін Володимир Андрійович**
Місце роботи	Інститут прикладної фізики Національної академії наук України
Посада	заступник завідувача відділу ядерно-фізичних досліджень (Основне

	місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ ядерно-фізичних досліджень
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.20 Фізика пучків заряджених частинок
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	18.12.1991
ORCID	0000-0001-6171-8575

Публікації за тематикою дисертації

Baturin, V.A., Yeryomin, S.A., Litvinov, P.A., Pustovoitov, S.A., Roenko, O.Yu., Storizhko, V.E., IAP triple-beam facility for simulation studies of radiation damage of materials. Problems of Atomic Science and Technology, 2022, (3), pp. 48–51
Scopus, Q4

Рік	2022
Ключові слова	–
DOI	10.46813/2022-139-048
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://vant.kipt.kharkov.ua/ANNOTAZII_2022/annotazii_2022_3_48.html

Ievtushenko, A., Baibara, O., Dranchuk, M., Khyzhun, O., Karpyna, V., Bykov, O., Lytvyn, O., Tkach, V., Baturin, V., Karpenko, O., Behavior of Al Impurity in ZnO Films: Influence of Al-Level Doping on Structure, X-Ray Photoelectron Spectroscopy and Transport Properties. Physica Status Solidi (A) Applications and Materials Science, 2023, 220 (2), 2200523.
Scopus, Q2

Рік	2023
Ключові слова	AFM, Al-doped ZnO, electroactivity, Hall measurements, XPS, XRD
DOI	10.1002/pssa.202200523
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pssa.202200523

Baturin V.A., Karpenko, A.Yu., Lebedynskyi, S.O., Roenko, O.Yu., Eryomin, S.O., Novak, O.P., Kholodov, R.I., Study of vacuum high-gradient breakdowns from the ion-modified surface of copper electrodes. Problems of Atomic Science and Technology, 2023, (3), pp. 103–107.
Scopus, Q4

Рік	2023
Ключові слова	–
DOI	10.46813/2023-145-103
Одноосібне авторство	ні

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://vant.kipt.kharkov.ua/ANNOTAZII_2023/annotazii_2023_3_103.html

Рецензент

ПІБ	**Лисенко Олег Борисович**
Місце роботи	Інститут прикладної фізики Національної академії наук України
Посада	старший науковий співробітник (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ моделювання радіаційних ефектів та мікроструктурних перетворень у конструкційних матеріалах
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.04 Фізична електроніка
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	14.02.2001
ORCID	0000-0002-0459-4964

Публікації за тематикою дисертації

Kharchenko, D.O., Kharchenko, V.O., Shchokotova, O.M., Kupriienko, V.V., Lysenko, O.B., Kokhan, S.V., Modelling precipitation of the secondary phase in commercial zirconium alloys at neutron irradiation. Progress in Physics of Metals, 2024, 25(1), pp. 27–73
Scopus, Q2

Рік	2024
Ключові слова	defects, hardening, neutron irradiation, phase field, precipitation
DOI	10.15407/ufm.25.01.027
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://ufm.imp.kiev.ua/en/abstract/v25/i01/027.html

Wu, L., Qin, J., Kharchenko, V.O., Kharchenko, D.O., Lysenko, O.B., Phase field modeling microstructural evolution of Fe-Cr-Al systems at thermal treatment. Frontiers in Energy Research, 2023, 11, 1088742
Scopus, Q2

Рік	2023
Ключові слова	defects, microstructure, phase decomposition, phase-field modeling
DOI	10.3389/fenrg.2023.1088742
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2023.1088742/full

Wu, L., Kharchenko, D.O., Kharchenko, V.O., Lysenko, O.B., Kupriienko, V., Kokhan, S., Shuda, I.A., Pan, R., Dislocation loops growth and radiation growth in neutron irradiated Zr-Nb alloys: Rate theory modelling.

Condensed Matter Physics, 2020, 23(1), 13604.
Scopus, Q3

Рік	2020
Ключові слова	dislocation loops, growth strain, irradiation, point defects, zirconium alloys
DOI	10.5488/CMP.23.13604
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://icmp.lviv.ua/journal/zbirnyk.101/13604/abstract.html

Wu, L., Xin, T., Kharchenko, D., Kharchenko, V., Lysenko, O., Study of Dislocation Loops Growth in Zr–Sn–Alloys Under Neutron Irradiation by Rate Theory Modelling. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, 2022, 44(9), pp. 1077—1101.
Scopus, Q3

Рік	2022
Ключові слова	zirconium alloys, defects, dislocation loops, growth strains
DOI	10.15407/mfint.44.09.1077
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://mfint.imp.kiev.ua/en/abstract/v44/i09/1077.html

Офіційний опонент

ПІБ	**Гохман Олександр Рафаїлович**
Місце роботи	Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут природничо-математичних наук, інформатики та менеджменту
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.13 Фізика металів
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0002-0533-2114

Публікації за тематикою дисертації

Zhang, Y., Jiang, W.Q., Gokhman, A., Yang, J.J., Shi, K., Luan, J.H., Cui, Y., Liaw, Peter K, Liu, C.T., Zhang, Z.W., Enhanced irradiation tolerance of Fe30Cr25Ni20Co15Mn10 high-entropy alloy via nanotwin boundaries. Journal of Nuclear Materials, 2021, 557, 153292
Scopus, Q1

Рік	2021
Ключові слова	high-entropy alloy, irradiation resistance, twin boundary, irradiation-

	induced swelling
DOI	10.1016/j.jnucmat.2021.153292
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022311521005158

Nový, Z., Salvetr, P., Kotous, J., Motyčka, P., Gokhman, A., Donik, Č., Džugan, J., Enhanced Spring Steel's Strength Using Strain Assisted Tempering. Materials, 2022, 15(20), 7354
Scopus, Q2

Рік	2022
Ключові слова	medium carbon steel, tempering, strain, microstructure, mechanical properties, dilatometry
DOI	10.3390/ma15207354
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.mdpi.com/1996-1944/15/20/7354

Salvetr, P., Gokhman, A., Donik, C., Nový, Z., Kotous, J., Godec, M., Evolution of microstructure and embrittlement during the tempering process in SiCrCu medium-carbon steels. Materiali in Tehnologije, 2023, 57(3), pp. 233–240
Scopus, Q3

Рік	2023
Ключові слова	medium-carbon steel, tempering martensite embrittlement, microstructure, mechanical properties
DOI	10.17222/mit.2023.744
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://mater-tehnol.si/index.php/MatTech/article/view/744

Salvetr, P.,Kotous, J., Donik, C., Gokhman, A., Novy, Z., Possibilities for Improvement of Mechanical Properties of High-Strength Medium-Carbon SiCr Steels. Manufacturing Technology, 2023, 23(4), pp. 525-531
Scopus, Q3

Рік	2023
Ключові слова	spring steel, 54SiCr6 steel, microstructure, mechanical properties
DOI	10.21062/mft.2023.061
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні

Посилання	https://journalmt.com/artkey/mft-202304-0015_possibilities-for-improvement-of-mechanical-properties-of-high-strength-medium-carbon-sicr-steels.php

Офіційний опонент

ПІБ	**Марченко Іван Григорович**
Місце роботи	Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут"
Посада	Завідувач відділом (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Науково-виробничий комплекс "Відновлювані джерела енергії і ресурсозберегаючі технології"
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.07 Фізика твердого тіла
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-1341-4950

Публікації за тематикою дисертації

Marchenko, I.G., Aksenova, V.Yu., Marchenko, I.I., Enhancing the diffusion in underdamped space-periodic systems by applying external low-frequency fields. East European Journal of Physics, 2021, 2021(3), pp. 25–29
Scopus, Q4

Рік	2021
Ключові слова	brownian motion, computer simulation, crystals, diffusion, Langevin equations, periodic fields, periodic system
DOI	10.26565/2312-4334-2021-3-03
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://periodicals.karazin.ua/eejp/article/view/17744

Aksenova, V.Yu., Marchenko, I.G., Marchenko, I.I., Specific features of the simulation of the particle diffusion processes in spatially periodic fields. East European Journal of Physics, 2022, 2022(2), pp. 33–42.
Scopus, Q4

Рік	2022
Ключові слова	diffusion, computer simulation, Langevin equations, initial conditions, external fields
DOI	10.26565/2312-4334-2022-2-04
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://periodicals.karazin.ua/eejp/article/view/18533

Spiechowicz, J., Marchenko, I.G., Hänggi, P., Łuczka, J., Diffusion Coefficient of a Brownian Particle in

Equilibrium and Nonequilibrium: Einstein Model and Beyond. Entropy, 2023, 25(1), 42.
Scopus, Q2

Рік	2023
Ключові слова	diffusion coefficient, Brownian particle, temperature, Einstein relation, periodic potential
DOI	10.3390/e25010042
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.mdpi.com/1099-4300/25/1/42

Підтвердження

Я підтверджую, що:
- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

Документ підписаний електронним підписом

Ворошило Олексій Іванович

7/16/2024