

Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	AP14971722 «Функционалды кристалдық материалдардың ақаулық құрылымы: рентгендік және нейтрондық дифракциялық зерттеулер»
Жоба өзектілігі	<p>Кристалдың нақты құрылымы-әр түрлі ақаулардың болуына байланысты идеалды ұзақ тәртіпті бұзу – кристалды материалдардың барлық негізгі физикалық қасиеттеріне әсер етеді және көбінесе оларды анықтайды. Кристалды материалдардың ақаулы құрылымын зерттеу әдістерінің ішінде қысқа толқындық дифракция (рентген және нейтрондар) ең ақпараттылардың бірі болып табылады. БЯЗИ-де (Дубна) ИДБ-2 импульстік реакторында жоғары ажыратымдылық пен жоғары жарық күші режимдерінің мүмкіндіктерін үйлестіретін нейтрондар дифракциясының (фурье-дифрактометрия) жаңа әдісі дамыған. Оларды фдвр дифрактометрінде қатар пайдалану (Фурье дифрактометрі жоғары ажыратымдылықта) кристалдардың құрылымы мен микроқұрылымы туралы деректерді тікелей кристалға сыртқы әсер ету барысында немесе in situ сыртқы жағдайлары өзгерген кезде және нақты уақытта алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Мөлдір электронды микроскопия мен рентгендік дифракциядан айырмашылығы, нейтрондардың дифракциясы көлемді деректерді алуға мүмкіндік береді, бұл жергілікті құрамның гетерогенділігі мен беттік әсерлердің әсерін болдырмауға мүмкіндік береді. Нейтрондардың дифракция әдісімен жобада функционалды материалдардың бірнеше түрінің (ішкі үйкеліс коэффициенті жоғары және алып магнитострикциясы бар темір негізіндегі қорытпалар) нақты кристалды құрылымы туралы жаңа ақпарат алынады. Бұдан басқа, сыртқы жағдайларға байланысты құрылымдық фазалық ауысулар барысында оның өзгерістері айқындалатын болады. Бұл нәтижелер функционалды интерметалдық қорытпалардың кейбір физикалық мәселелерін шешу үшін қажет. Сонымен қатар, бұл нәтижелер практикалық қосымшалар үшін темір негізіндегі функционалды қорытпаларды қолданатын материалтанушылар тарапынан сұранысқа ие болады.</p>
Жоба мақсаты	Бұл жобаның мақсаты ақаулы құрылымы бар нақты кристалды материалдарды нейтрондық дифракциялық зерттеу әдіснамасын дамыту және оның көмегімен нақты құрылымның материалдардың физикалық және физика-химиялық қасиеттеріне әсері туралы жаңа мәліметтер алу болып табылады.
Жоба міндеттері	Кристалды материалдардың микроқұрылымдық күйінің сипаттамаларын анықтаудың негізгі тәжірибелік әдісі-рентген сәулелерінің немесе синхротронды сәулеленудің

Брэгг дифракциясы. Атап айтқанда, дифракциялық экспериментте құрылымдық деректермен қатар кристаллиттердегі микро кернеулер және когерентті шашырау аймақтарының тән өлшемдері туралы ақпарат алуға болады. Алайда, көлемді функционалды материалдар, әдетте, өте үлкен кристаллиттерден тұрады және оларды қатты текстуралауға болады. Бұл жағдайлар рентген немесе синхротронды сәулелену жағдайында тар сәулелерімен құрылымдық талдау жасайды, егер сәулелендірілген көлемде өте көп емес кристаллиттер болса, мүмкін емес. Егер нейтрондардың дифракциясы қолданылса, бұл қиындықтар едәуір тегістеледі. Нейтрондардың ену қабілеті рентген сәулелері мен электрондарға қарағанда үлкен, ал нейтрондық сәулеленің көлденең қимасы кемінде 1 см² құрайды. Нәтижесінде нейтрондық экспериментте дәл "көлемді" ақпарат тіркеледі, олар жергілікті құрамның ауытқуымен және беттік әсерлермен бұрмаланбайды. Нейтрондардың дифракциясы кристалды материалдардың микроқұрылымдық күйінің сипаттамаларын анықтау үшін сирек қолданылады, өйткені бұл үшін дифрактометрдің ажыратымдылығы өте жоғары болуы керек. Сонымен қатар, нақты уақыт режимінде фазалық ауысуларды зерттеу үшін дифрактометрдің жарық күшінің өте жоғары деңгейі болуы керек. Осы екі шарт та бязи-дегі (Дубна) ИДБ-2 импульстік реакторында әрекет ететін фдвр нейтрондық дифрактометрінде (high-Resolution Fourier Diffractometer) орындалады.

ЖАЗЫҚТЫҚАРАЛЫҚ қашықтық бойынша рекордтық жоғары ажыратымдылық ($\Delta d/d \approx 0.001$) ЖРК-де жылдам фурье-Ажыратқышты және дифракциялық деректер жиынтығының корреляциялық әдісін пайдаланумен қамтамасыз етіледі. Корреляциялық талдауды өшіру FDVR-ді жоғары жарық күшіне айналдырады, ол үшін жоғары нейтрон ағыны ($\sim 10^7$ н/см²/с) және детектор жүйесінің жеткілікті үлкен дене бұрышы ($\Omega d \sim 0.2$ ср) $t_s = 1$ минут немесе одан аз деректерді жинақтау уақытын пайдалануға мүмкіндік береді. Жоба шеңберінде ерекше физикалық қасиеттерімен ерекшеленетін темір негізіндегі қорытпалардың (Fe-Ga, Fe-Al және т.б.) атомдық құрылымы мен микроқұрылымындағы өзгерістерге зерттеулер жүргізілетін болады. Атап айтқанда, Fe-27ga құрамы басқа темір негізіндегі Қос қорытпалармен (шамамен 400 ppm) салыстырғанда өзінің рекордтық магнитострикциясымен танымал [1], тиісінше Fe-

	<p>Ға қорытпаларының фазалық диаграммасы мен қасиеттерін талдау әртүрлі әдістермен белсенді жүргізілуде (шолу [2] және ондағы сілтемелер). Үлгілерді алдын-ала сипаттау үшін рентгендік дифракция қолданылады. Нейтрондық дифракциялық эксперименттер бязи-де температураның кең диапазонында (20-900°С) ФДВР дифрактометрінде Орындалатын болады. Үлгілерді қыздыру мамандандырылған Жоғары температуралы пеште (ILL стандарты) температураның сызықтық жоғарылауымен немесе белгілі бір тұрақты температурада изотермиялық күйдіру арқылы жүзеге асырылады.</p> <p>Нейтрондардың in-situ режиміндегі нақты уақыттағы дифракциясының комбинациясы температура бойынша үздіксіз сканерлеу және кейбір тіркелген температураларда жоғары ажыратымдылықтағы дифракциялық спектрлерді өлшеу кезінде қорытпалардың құрылымы мен микроқұрылымының олардың маңызды технологиялық қасиеттерімен (иілгіштік, магнитострикция, ішкі үйкеліс және т.б.) байланысын түсіну үшін қажетті бірегей деректерді алуға мүмкіндік береді.</p>
<p>Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер</p>	<p>Жоба функционалды қорытпалар туралы ақпарат алуға бағытталған, ол реттелген қорытпалар теориясы үшін де, микроқұрылымның өзара әрекеттесу модельдерін және материалдардың физикалық сипаттамаларын құру үшін де маңызды. Сонымен қатар, бұл деректер материалтанушылар үшін, ең алдымен, нақты фазалық күй диаграммаларын құру үшін маңызды болады. Нәтижелердің іргелі болуы оларды халықаралық ғылыми журналдарда жариялау мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Эксперименттердің нәтижелері бойынша J деңгейіндегі журналдарда екі мақала жариялау мүмкіндігі болады деп болжанады. Alloys and Compounds.</p> <p>Жобаны орындаудың бірінші жылының нәтижелері бойынша кітаптарды немесе кітаптардағы тарауларды жариялау, сондай-ақ нәтижелерді патенттеу көзделмейді.</p> <p>Жобаны іске асырудың ғылыми әсері мүлдем жаңа ғылыми ақпарат алудан тұрады. Экономикалық әсер мүмкін, бірақ бұл үшін белгілі бір уақыт қажет.</p> <p>Жоба нәтижелерінің ықтимал пайдаланушылары интерметалл қорытпалары мәселелерімен айналысатын физиктер және практикалық қосымшалар үшін темір негізіндегі функционалды қорытпаларды қолданатын материалтанушылар болады.</p>

Жобаны іске асыру барысында Web of Science деректер базасында импакт-фактор бойынша алғашқы үш квартильден кемінде 2 (екі) мақала немесе Scopus дерекқорында CiteScore бойынша процентилі бар журналдарда кемінде 50 (елу), сондай-ақ рецензияланатын шетелдік немесе шетелдік журналдарда кемінде 1 (бір) мақала немесе шолу жариялау жоспарлануда. ККСОН ұсынған отандық басылым.

Алынған нәтижелерді жариялау ағымдағы конкурстық құжаттаманың 7-бөлімінің 1.1-тармақшасына сәйкес жүзеге асырылады.

Жоба нәтижелерін импакт-факторлы жоғары рейтингті журналдарда жариялау ҚазҰУ-дың жарияланымдық белсенділігін кеңейтуге мүмкіндік береді. Әл-Фараби Атындағы Қазуу. Бұл ретте жас ғалымдардың нәтижелерін дайындау мен жариялауға қатысуы оларға осы бағытта баға жетпес тәжірибе алуға, сондай-ақ олардың ғылымиметрикалық көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жоба аясында PhD диссертация дайындау жоспарланған, бұл тақырып 2022 жылы "Ядролық физика"мамандығына түсу кезінде докторанттарға ұсынылатын болады.

Жобаның нәтижелері жарияланымдардан басқа, бірқатар халықаралық конференциялар мен ғылыми мектептерде ғылыми баяндамалар түрінде ұсынылады. Жас ғалымдардың аталған конференцияларға қатысуы Қазақстанда осы бағытты дамыту мақсатында алдағы зерттеулер үшін жаңа ғылыми байланыстар орнатуға мүмкіндік береді.

Жобаны табысты іске асырудың әлеуметтік тиімділігі Қазақстанның жас перспективалы ғалымдарының ғылыми зерттеулер жүргізудегі дағдылары мен тәжірибесін дамыту мен нығайтуда, сондай-ақ оларды ғылымға, әлемде неғұрлым талап етілетін жаңа бағыттарға тартуда болып табылады. Осылайша, жас ғалымдардың осы тақырыпты дамытуға қатысуы оларға баға жетпес тәжірибе алуға және өз елінде ғана емес, әлемде де жоғары білікті маман болуға мүмкіндік береді. Жоба нәтижелері Қазақстанда құрылыс технологияларын, материалдар мен конструкцияларды әзірлеу саласында одан әрі озық зерттеулер жүргізу үшін елеулі ғылыми-техникалық негіз қалыптастыратынын атап өту маңызды. Жобаны іске асыру қазақстандық ғылыми мектепті дамыту мақсатында нейтрондық физика саласында жұмыс істейтін жетекші ғылыми топтармен Қазақстан-Ресей ынтымақтастығын құруға да ықпал ететін болады.

	<p>Ғылым мен білім беру саласында болашақта тиімді ғылыми ұжымдарды қалыптастыруға мүмкіндік беретін студенттер арасынан ғылыми кадрлар даярлау және бекіту жүргізілетін болады. Осылайша, жобаны іске асыру қазақстандық студенттер өз оқуы аясында орындайтын PhD докторлық және магистрлік диссертациялармен тығыз байланысты болады.</p> <p>Алынған нәтижелердің мақсатты тұтынушылары халықаралық ғылыми-зерттеу орталықтары мен ядролық өнеркәсіптің мұқтаждықтары үшін композиттік цемент материалдарының микроқұрылымын алу, зерттеу және оңтайландыру жөніндегі компаниялар болады.</p>
<p>Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер</p>	<p>1. Мухаметулы Багдаулет, КазНУ имени аль-Фараби, 6D060500-Ядерная физика», доктор PhD, H-индекс=4, Scopus ID 55619577200.</p> <p>2. Балагуров Анатолий Михайлович, проф., д.ф.-м.н. H-индекс = 37, Scopus ID 7006758479</p>
<p>Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)</p>	<p>1. Mukhametuly, B., Bobrikov, I.A. Balagurov, A.M. «Neutron diffraction analysis of the microstructure of dispersion-hardening steels» <i>Physics of Metals and Metallography</i> Volume 117, Issue 10, 1 October 2016, Pages 1047-1053. (https://doi.org/10.1134/S0031918X16100045) (Q4, IF= 0.877, Процентиль – 55%)</p> <p>2. Balagurov, A.M., Bobrikov, I.A. Mukhametuly, B., Sumnikov, S.V, Golovin, I.S. Coherent cluster atomic ordering in the Fe-27Al intermetallic compound. <i>JETP Letters</i> Volume 104, Issue 8, 1 October 2016, Pages 539-545. (https://doi.org/10.1134/S0021364016200078), (Q3, IF= 1.532, Процентиль – 55%)</p> <p>3. Mukhametuly, B., Bokuchava G.D., Papushkin I.V., Sumin V.V., Aznabayev D. Microstrain in Dispersion-Hardened Steels. <i>Physics of Particles and Nuclei Letters</i> Volume 10, Issue 2, March 2013, Pages 157-161. (https://doi.org/10.1134/S1547477113020040) (Q4, IF= 0.527, Процентиль – 55%)</p> <p>4. B. Muhametuly, S. E. Kichanov, E. A. Kenzhin, D. P. Kozlenko, K. M. Nazarov, A. A. Shaimerdenov, E. Bazarbaev, E. V. Lukin. Concept of the Facility of Neutron Radiography and Tomography at the Research Reactor WWR-K in Almaty, <i>Kazakhstan Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques.</i> 13, 877–879 (2019). (</p>

	<p>https://doi.org/10.1134/S1027451019050082), (Q3, Процентиль – 21%)</p> <p>5. K.M.Nazarov, B.Mukhametuly, S.E.Kichanov, T.K.Zholdybayev, A.A.Shaimerdenov, K.B.Karakozov, D.S.Dyussambayev, M.T.Aitkulov, M.Yerdauletov, P.Napolskiy, M.Kenessarin, E.K.Kalymkhan, N.A.Imamverdiyev, S.H.Jabarov, Non-destructive analysis of materials by neutron imagin gat the TITAN facility, Eurasian Journal of Physics and Functional Materials, 2021, 5(1), стр. 6–14. DOI:10.32523/ejpfm.2021050101 (Q4, Процентиль – 14%)</p> <p>6. K.Nazarov, B.Muhametuly, E.A.Kenzhin, S.E.Kichanov, D.P.Kozlenko, E.V.Lukin, A.A.Shaimerdenov. New neutron radiography and tomography facilityat theWWR-K reactor, Nuclear Instruments and Methodsin Physics Research Section A. 2020, V.982,164572. (https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164572), (Q2, IF= 1.455, Процентиль – 59%)</p> <p>7. B.Muhametuly, D.P.Kozlenko, E.A.Kenzhin, S.E.Kichanov, E.V.Lukin, A.A.Shaimerdenov, K.Nazarov, B.N.Savenko. The First Scientific Results Obtained Using the Experimental Setup for Neutron Radiography and Tomography at the WWR-K Reactor, JINR News, 2020, No.1, p.20-23. DOI: 10.13140/RG.2.2.15838.38721</p> <p>8. Bauyrzhan A.B., Koltochnik S.N., Aitkulov M.T., Mukhametuly B., Burtebaev N.T., Neutron-physical parameters at the outlet of the WWR-K reactor beam tube, Eurasian Journal of Physicsand Functional Materialsthis link is disabled, 2019,3(3), стр. 219–225. https://doi.org/10.29317/ejpfm.2019030303 (Q4, Процентиль – 14%)</p> <p>9. K. M. Nazarov, S. E. Kichanov, E. V. Lukin, I. Yu. Zel, D. P. Kozlenko, T. K. Zholdybayev, B. Muhametuly, M. Kenessarin, A. V. Rutkauskas, A. Yskakov, M. O. Belova., A comparative study of promising filter materials for neutron imaging facilities, Eurasian Journal of Physicsand Functional Materialsthis link is disabled, 2021, Vol 5, No 4 стр. 169–180. DOI: 10.32523/ejpfm.2021050401, (Q4, Процентиль – 14%)</p>
Патент туралы ақпарат	-