

**Техникалық ғылымдар және технологиялар бағытындағы бД072300-Техникалық физика»
мамандығы бойынша «философия докторы» (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған**

Римма Ерболатқызы Сакенованиң

«Кремний иондарымен импланталған CrN/ZrN/Cr/Zr нанокұрылымды жабындағы диффузия және микросегрегация процестері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысина ресми рецензенттің

СЫН ПКРІ

№ к/к	Критерийлер	Көрсетілген критерийлөрге сәйкестігі (жауап нұскаларының біреуін атап ету)	Ресми рецензенттің көзкарасының негізделуі	
1.	Диссерация тақырыбының (бекітілген күніне карай) ғылымиң басты ламу бағыттары мен мемлекеттік бағдарламаларга сәйкестігі	<p>1.1 Ғылымиң басымдық танытатын ламу бағыттары мен мемлекеттік бағдарламаларга сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертацияның тақырыбы «Кремний иондарымен импланталған CrN/ZrN/Cr/Zr нанокұрылымды жабындағы диффузия және микросегрегация процестері» (бекітілу мерзімі 2017 ж.) ғылымиң дамытуының мынадай басым бағыттары бойынша: «Габиги корларды, соның ішінде су корларын, геологияны, кайта өндөуді жаңа науқартулы), жана материалдар мен технологияларды, қауіпсіз бұйымдар мен конструкцияларды тиімді пайдалану» және «Энергетика және машина жасау» мемлекеттік бағдарламаларға толық сәйкес келеді.</p> <p>1) Диссертация мемлекеттік бюджет таралынан гранттық каржыландыру аясында келесі жобаларды жүзеге асыру барысында орындалды:</p> <p>1. «Машина жасау бұйымдарына арналған тозуга тезімді материалдар алудың инновациялық технологияларын зерттеу және әзірлеу» тақырыбы бойынша, мемлекеттік тіркеу №0118РК00989, КР БФМ Ғылым комитетінің каржыландыруы нәтижесінде, келісім шарт №197, 16.03.2018 ж.</p> <p>2. «Үйкеліс пен тозудан коргауға арналған өзгермелі архитектурасы бағдарламаның атавы көрсетілсін</p> <p>3) Диссертацияны КР Үкіметі жаңындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылымды дамытуудың басым бағытна</p> <p>2) -</p>		

	сәйкесінгі (бағытын атапу көрсетілсін)	3)Диссертациялық жұмыс 1-пунктте көрсетілген, КР Укіметі жаңындағы Жогары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен, мемлекеттік бюджет таралынан ғылыми дамытуын басым бағытындағы жобаларды грантық каржыландыру шарасын жүзеге асыру максатымен «Табиғи корларды, сонын ішінде су корларын, геологияны, өндегуді жана реттілуды, жана материалдар мен технологияларды, қаупісіз бұйымдар мен конструкцияларды тиімді пайдалану» бағыты аясында орындалған. 2021 жылдан бастап бағытын атапу «Минералды және көмірсутекті шикізаттың геологиясы, өндіру, екінші реттік өндегу, жана материалдар, технология, қаупісіз бұйымдар мен конструкциялар» және «Энергетика және машина жасау» болып өзгергілді. Бүгінгі күні диссертациялық жұмыс 2021-2023 жок. аралығында жургізілетін ғылыми дамытуын 10 басым бағытын «Минералды және көмірсутекті шикізаттың геологиясы, өндіру, екінші реттік өндегу, жана материалдар, технология, қаупісіз бұйымдар мен конструкциялар» бағытына толық сәйкес келеді:
2.	Ғылым үшін құндылығы	Жұмыстың ғылымды дамытуға косатын елеуулі үлесі және манызынның толық ашылғыл сипатталуы немесе айтарлыштағы құндылықтың болмауы
3.	Жұмысты орындау дербесіні	Диссертациялық жұмыс ғылымның техникалық физика саласының дамуына елеуулі үлес косады және зерттеу нәтижелерінің құндылығы мен манызы жұмыстың баюндау барысында көнінен ашылғыл көрсетілген. Автор жүргізген зерттеу жұмыстарының нәтижелері іс жүзінде манызы жоғары ғылыми проблеманы шешүгे мүмкіндік туғызды, әсіресе, көп кабатты CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі нанокұрьымды каптамаларды вакууды-догалық түндірүру әдісімен өндіріп, кремний иондарымен имплантациялау нәтижесінде оларды болаттан жасалған конструкциялардың беттік кабатын тотыктану мен коррозияға ұшыраудан коргау маселесі еркін жүзеге асырылды. Көп кабатты CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі нанокұрьымды каптамаларды алу тәсілін ақиқатын КР ӘМ жаңындағы «Зияткерлік мешік Ұлттық институты» РМК таралынан берілген №34722 «Способ вакуумнодугового ионно-плазменного осаждения твердого покрытия» патенті растайды (20.11.2020 күнгі бүлолетен).

		<p>теориялық және практикалық тұрғыдан құндылығы жоғары акпараттарға сыйндарлы саралтама жүргізіл, толыканды ғылыми - әдеби шолуды дайындаған. Ғылыми кенесшілерімен бірге диссертациялық жұмыстың максаты мен міндеттерін айқындал, зертеу әдістерінің тымді жолдарын саралап, эксперименталдық тәсілдердің рационалды түрлерін белгілеуге көткесін. Сонымен катарап, эксперименталдық жұмыстардың басым көлшілігін орындал, рентгендік микроталдаулардың энергетикалық дисперсиясын, шолушы және айқындаушы микроскопиялық магнуматтарды пайымдаш, нанокұрлымынды каптамалардың микрокаттылығын өлшеп зерделеуге, зертеу нәтижелерін өндеп, талдаудан өткізіп, макалалар түрінде дайындаш, ғылыми еңбектер ретінде баспадан шыгаруға көткесіл отырған және ғылыми-практикалық маңызды конференциялар мен көрмелерге тиісті материалдарды дайындауда айтарлыктай үлес коскан.</p>
4.	Ішкі брегейлік талаатын орындалуы	<p>4.1 Диссертацияның көкейкестілігін негіздеу:</p> <p>1) толық негізделген</p> <p>Ізденуші Р.Е.Сакенованның жұмысы мазмұны мен кол жеткен нәтижелері бойынша Казахстан Республикасы ғылымын дамытудың басым бағыттарымен үндес болғандыктан, көкейкестілігі жағынан толық негізделген деуге мүмкіндік бар. Казіргі кезеңдегі зертеу жұмыстарының басты міндеттеріне наноелшемді, көп кабатты композициялық құрылымды каптамалық материалдар туралы білім корын көнегіту және оларды алу әдістерін жетілдіру мәселесі жатады. Сондай мәселенің біріне осы жұмыска негіз болған металл конструкциялардың беттік кабаттарын үйкелу арқылы тозудан коргауга арналған катты каптамаларды булы фазадан физикалық түндиру әлсі (PVD) арқылы өндіру проблемасын жаткызуға болады. Металл конструкциялардың беттік кабатын осылай модификациялау бүгінгі куні құрал-жабдықтардың қызыметін ұзарутға бағытталған, экономикалық тұрғыдан мейлінше тымді және жедел орындалатын процестер катарына жатады. Соған байланысты көп кабатты, наноелшемді $\text{CrN}/\text{ZrN}/\text{Cr}/\text{Zr}$ нитридтер негізіндегі кремний иондарымен имплантациялау арқылы байтылған каптамалардың теориялық және эксперименталдық зертеу нәтижелері мен өндіру тәсілдерінің шешімін табытуын айтарлыктай маңызы бар кекейкесті зерттеулер деп санауга толық негіз бер.</p>

<p>4.2 Диссертациялык жұмыстың мазмұны мен такырыбының ара-жігі:</p> <p>1) айқындалды</p>	<p>Диссертация кіріспелден, төрг тараудан және корытындыдан тұрады. Жұмыстың бірінші тарауы көп кабатты композиттік каптамалардың құрылымы мен касиеттерін модификациялау арқылы жетілдірудің көзірігі кезеңдегі жағдайына ғылыми әдебиеттерге талдау жүргізу арқылы көнінен шолу дайындауга арналған. Диссертацияның екінші тарауында автор зерттеу жұмыстарын орындауда какетті теориялық және эксперименталдық әдістемелерге көнінен тоқталып, олардың мүмкіншілтерін бағалауда айрықша көніл болған. Жұмыстың «Көп кабатты CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі композиттік каптаманын элементтік және фазалық құрамы» деп аталаған Ушінші тарауы және «Көп кабатты CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі композиттік каптамада радиациялық диффузия мен микростергетика байланысты кремниймен байту нәтижесінде интерфейстердің қалыптасуы» деп аталаған төртінші болімі негізгі зерттеу нәтижелерін талдау арқылы сипаттауда және коргауға шыгарылған кагидаларды дәлелдеуге арналған. Соган сәйкес, диссертациялык жұмыстың мазмұны мен такырыбы толық үйлесімдікте екені ешбір күмән туғызбайды.</p>
<p>4.3 Жұмыстың максаты мен міндеттерінің диссертацияның тақырыбына сәйкестігі:</p> <p>1) сәйкес келеді</p>	<p>Жұмыстың максаты мен міндеттерін айқындау арқылы автор оның ішкі мазмұны мен жетекши идеяларын тақырыпты зерделеу нәтижесінде терен үйнуга мүмкіндік туғызып отыр. Көп кабатты нанокомпозитті CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі каптамаларға радиациялық факторлардың есөріне байланысты диффузиялық кубылыстар мен микростергетикалық процестерді үзету әрекеттін материалдың микроқұрылымына, элементтік құрамына және физика – механикалық касиеттеріне асері жұмыстың алдына койылған бес түрлі міндеттер арқылы толық шешімін тауып отыр. Соңдыктан осы тұстағы критерийлік талапқа сәйкес жұмыстың тақырыбы мен міндеттер арасында ешбір кайшылтық жоқ деп санау кажет.</p>
<p>4.4 Диссертацияның барлық белгімдері мен кандидарының өзара логикалық байланысы:</p> <p>1) толық логикалық байланыскан</p>	<p>Ізденуші таралынан кол жеткен зерттеу нәтижелерін ішкі бірлігі жақсы айқындалған, ара-жігі ажырамас бір ізділікпен жалғасын табатын, өзара сабактастығы еркін байкалатын, логикалық байланысы жоғары дәрежеде калыптаскан, төрг белімге, кіріспе мен корытындыға беліп жазылған күндылық енбек деп бағалау кажет. Жұмыстың күндылығын оның құрамындағы 48 суреттер, 8 кесте, 165 әдеби сілтемелер мен 129 парак көлеміндегі мәтін жетілдіре түседі.</p>

	4.5 Автор ұсынған жана шешімдердің (бастаулар мен әлістердің) дәлелденуі және белгілі шешімдермен салыстырғанда ерекшеленуі: 1) сұндарлы талдаулар жүргізілген	Автор таралынан ұсынған жана шешімдердің дәлелі ретінде CrN/ZrN/Cr/Zr негізіндегі көп кабатты нитридті каптамаларды түншыш ретті вакуумдық-догалық, ионды-плазмалық әліспен алу жолдарын ұсынуын және соған байланысты РМК «Ұлттық Зияткерлік мешіткі институты» таралынан №34722 «Картты каптаманы алудын вакумдық додалық ионды – плазмалық тұндыру әдісі» Ушін өнертабысқа берілген патентті көлтүрге болады (блоллетені 20.11.2020).
5. Ыбылыми нағижендердің жаңашылдық принципі	5.1 Ыбылыми нағиженер мен кагидалардың жаңашылдық дәрежесі: 1) толығымен жана (90%)	Диссертациялық жұмыстың ыбылыми зерттеу нағиженері мен корғауға шығарылған кагидалары толыктай жана болып табылады. Себебі, диссертацияда вакуумды-догалы ионды-плазмалық тұндыруға негізделген CrN/ZrN/Cr/Zr көпкабатты нитридті каптамаларды алу әдісін алғаш рет дайындалуы ыбылыми жұмыстың жаңашылдығын көрсетеді және бұл пікірді «Картты жабындыны вакуумды-догалык ионды-плазмалық тұндыру тәсілі» атты өнертабысқа патентті берілуі растай түседі. Энергиясы 60 кэВ кремний иондарын көп кабатты нанокұрьылымды каптамаға имплантациялау нағијесінде, атом-атомдық соктығысу салдарынан және диффузиялық-микросепрегация процестерінің өзара конкуренттік әрекеттесуіне байланысты ендірілген иондардың еki түрлі концентрациялары шоғырлануы байкалған. Каптамалар арасындағы бүл құбыльстың шекара манында, алғашкы үш кабат төңрепінде силиконитрилердің пайда болуымен катаар жүргені белгілі болған. Нәтижесінде Үйкеліс коэффициентінің екі еседен артық шамаға темендеуін (0,40 – тең 0,18 – ге дейін) зерттеу жұмысының басты және қынды көрсеткіші деп бағалауды кажет етеді. Қаптаманын Үйкеліс коэффициентінің соңшама темендеуі материалдың эксплуатациялық спілтамаларын жаксартуга және меканиздардың пайдалану – жұмыс істеу мерзімін біршама ұзартуга мүмкіндік береді. Зерттеу жұмыстарының осындай жетістіктері Web of Science және Scopus секілді халықаралық дәрежедегі манызды ыбылыми енбектер корында түркелген еки макаламен де дәлелденеді.
5.2 Диссертация корытындысының жаңалық деңгейі:	1) корытынды толығымен жана (90%)	Диссертациялық жұмыста көлтүрілген негізгі нағиженер, корытынды пікірлер мен түжірымлар үшін жаңалық деңгейін 85% көлемінде бағалауға болады. Сонын ішінде: 1-нәтижени шын мәнінде жана дәл санау кажет. Себебі CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі көп кабатты нитридты каптамаларды вакуумдық-догалық,

ионды-плазмалык түндеру технологиясымен алу поблемасы осы жұмыста алғаш рет жүзеге асырылып, іс жүзінде өндірістік кеңістікте колданыс таптты. Нәтижесінде авторга өнертабыс иесі ретінде «Каптаманы алушын вакуумды-догалы ионды-плазмалы түндеру әлсі» деген атаумен патент берілді. Каптаманың CrN және ZrN фазалары үшін (200) және (111)/(200) жазықтықтарында осуінің басымдылығы байкалған. SAED және STEM-EDS арқылы картиргел өңдеу нәтижесінде ZrN түратын 185 нм диффузиялық кабаттын калыптасуына байланысты төсөнішке орналастырылған.

2-нәтиже. Көп кабатты наноқұрьымды каптаманы кремний иондарымен импланттау нәтижесінде 150 нм терендікте (калындықта), каптаманын алғашы уш кабатында диффузиялық және микросегрегация секілді конкуренциялық процестердің орын алушына сәйкес, Si иондарының кос өркеш тәрізді екі түрлі 10% және 6% концентрациядағы шоғырлануы түнешші рет байкалған. Имплантациялау барысында атом-атомдық сокығызы процестеріне байланысты көп кабатты каптамалардағы ZrN кабатының калындығының 25-26 нм-ден 36 нм -ге дейін өзгергені белгілі болған. Каптамаға импланттау кезінде ендірілген кремний иондарының CrN кабатына жақын шекара манында шоғырлануының негізгі себебі каптама кұрамындағы метал атомдарының кремний атомдарымен орын алмастыру үшін энергияның жеткілікті болуында екендігі аныкталды. Осы жағдай эксперимент кезінде толық дәлелен тапты деуге болады. Нәтижесінде каптамалардың «коргаушылық» кабілетінің жеткілікі дәрежеде калыптасу мүмкіндігінің бар екени белгілі болды.

3-нәтиже: Көп кабатты каптаманын алғашы уш кабатына Si иондарын имплантациялау арқылы ендірілгеннен кейін, шекарага жақын кеңістікте өлшемдері шамалы силиконитрилтер пайда болуына байланысты Үйкеліс коэффициенті 0,40 шамасынан 0,18 шамасына дейін төмендеген. Трибологиялық сынқарттар абразивты тозудың тұрактылығын және Үйкеліс коэффициентін төмөнгі мәлшерде ($\mu = 0,2$) екени көрсетti. Каптаманын тозуга тәзімділігін нанокабаттын күрьымдық тұрғыдан курделі болып калыптасуымен және кремнийлік белшектердің өзара майлау мүмкіндігін артурымен

		түсіндіруге болады. Корыта келгенде, CrN/ZrN негіздегі кремний иондарымен байтылған каптамалар, баскалармен салыстырылатын болса, трибомеханикалық тұрғыдан карағанда алдекайда жоғары потенциал көрсетуі ықтимал.
5.3	Техникалық, технологиялық, экономикалық және жетекшілік шептімдерінің жаңапылдығы және негізделуі:	Жұмыстың алдына койылған максаттың орындалуы үшін кажетті технологиялық шептімдер бұрын-соңды колданыста болмагандыктан, нанокомпозитті CrN/ZrN/Cr/Zr негіздегі каптамаларды алушын жана әдісі жүзеге асырьылғып, сол үшін «Катты каптаманы» алушын вакуумдық-доғалық ионды плазмалық тұндыру әдісі» дег аталағын патент берілді. Сонымен катар, зерттеу жұмыстарының материалдары оку процесінде және ЖПС «Машзавод» өндіріс орынның кабылданып, экономикалық тиімділігі анықталған акт бойынша колданыс тапты.
6.	Басты корыттындыларының негізделуі	Барлық корыттындылар ғылыми тұрғыдан караганда аукынды дәлелдемелерде негізделген
7.	Корғауға ұсынлатын негізгі қагидалар	<p>Әрбір қагидаға байланысты келесі сұрақтарға жауап берілсін:</p> <p>7.1 Қагида дәлелдендімі?</p> <p>1) Дәлелденді</p> <p>7.2 Қагида карапайым емесле?</p> <p>2) Жок</p> <p>7.3 Қагида жанама?</p> <p>1) Жана</p> <p>7.4 Колдану аясы:</p> <p>3) қен</p> <p>7.5 Макалада дәлелденгенбез?</p> <p>1) Ия, дәлелденген</p> <p>Орбір қагидаға байланысты келесі сұрақтарға жауап берілсін:</p> <p>7.1 Қагида дәлелдендімі?</p> <p>1) Дәлелденді</p> <p>7.2 Қагида карапайым емесле?</p> <p>2) Жок</p> <p>7.3 Қагида жанама?</p> <p>1) Жана</p> <p>7.4 Колдану аясы:</p> <p>3) қен</p> <p>7.5 Макалада дәлелденгенбез?</p> <p>1) Ия, дәлелденген</p> <p>7.1 Диссертация авторы корғауға негізгі 3 қагида ұсынады.</p> <p>1-қагида. CrN/ZrN/Cr/Zr композиция негізінде арнайы ойластырылған әдіспен дайындалғанnanoеолшемді кальидықтағы кеп кабатын каптамалардың микрокұрылымдары мен элементтік кұрамын зерттеу нәтижелері. Қагида «Способ вакуумно-дугового ионно-плазменного осаждения твердого покрытия» дег аталағын патенттің берілуімен және КР БГМ ГБСБК таралынан ұсынылған баспаалар мен құнды ғылыми ақпараттар корлары тіркелетін Web of Science Core Collection және Scopus «Journal of Alloys and Compounds» журналында, сонымен кагар әртурлі халықаралық конференциялар материалдарында жарық көрген эксперименталдық зерттеу нәтижелері арқылы дәлелденеді.</p> <p>2-қагида. Жоғары энергиядағы кремний иондарымен көп компонентті нанокұрылымды CrN/ZrN/CrN каптаманы имплантациялау арқылы байту нәтижесінде, онын алғашкы уш кабатына сәйкес келетін калындыкта иондардың шоғырлануының максимум (10 ат.%)</p>

	<p>концентрациясы, ал CrN кабатынын орта түсінде концентрациясы білдірілген. Шамасындағы екінші шоғырлануының заңдылықтары. Кремний иондарын имплантациялау кезінде орын алған атомдық соктығысуларга байланысты көп кабатты калтаманын ZrN кабатынын калындығы үлгайып, диффузия және микросегрегация арасындағы конкуренттік процесстердің нәтижесінде CrN/ZrN/CrN калтаманын алғашкы үш кабатында кремний атомдарының еki өркешті үlestірілуі калыптасады. Жоғары дәрежедегі дәлдікпен жүргізген теориялық және эксперименталдық зерттеулердің арқасында тұндырылған көп кабатты калтамалардың күрілымының моделі жасалып, жоғары адезиялық кабеллегтегі CrN/ZrN/Cr/Zr нанокомпозиттың механикалық және трибологиялық касиеттерін үлкесіз бақылауда ұстауга мүмкіндік туды. Осы кагидаға байланысты кол жеткен зерттеу нәтижелері КР БФМ ФБСБК тараптынан ұсынылған бастаптар мен күнды ғылыми ақпараттар корлары тіркеletін Web of Science Core Collection және Scopus «ACS Applied Materials and Interfaces» журналында жарық көрді.</p> <p>3-кағида. Наноелемпемді көп кабатты калтамаларға энергиясы 60 кэВ кремний иондарын 1×10^{17} см⁻² флюенс көлемінде имплантациялау арқылы ендіру нәтижесінде материалдың үйкеліс коэффициенті 0,4 шамасынан 0,18 шамасына дейін темендеген. Осылай үлкен көрсеткішке жетудің басты себебі жоғары энергиялы иондар калтама күрамындағы нитрилтермен эсерлесу барысында жана CrSi и SiNx туындылардың пайда болуына ықпалын тигзеді және осы туындылар үйкеліс коэффициентін темендедүші физикалық агенттің міндеттің аткаруы ықтимал деген болжам ұсынылады. Сол максатпен жүргізілген трибологиялық сынақтар материалдар арасындағы абрразивті тозудың тұракты екендігін және беттік кабаттың будырлы болуына карастар, үйкеліс коэффициенттің $\mu < 0,2$ артық болмаганын, яғни кремний иондары атальмыш туындылармен біргіл, Уйкеліске катынастарын материалдар арасында оларды майлаушы материяның міндеттін аткару мүмкіндігін және трибомеханикалық максатта колдану потенциалының жоғары екендігін дәлелдейді. Сондықтан диссертациялық жұмыста ұсынылған бүл кагиданы да жана деп санауга толық негіз бар және оның жаналығы көлтеген</p>
--	--

	<p>теориялық-эксперименталдык зерттеулер нәтижесінде, бастасаң беріндегі жарық көрген ғылыми басылымдар арқылы тольғымен макулданып отыр.</p> <p>7.2 Корғауға ұсынылған қағидалар мен зерттеу нәтижелері малинажасау, техникалық ғылым мен технология және материалдану саласының мамандары үшін құнды мағлұматтар көзі ретінде санаалады.</p> <p>7.3 Бұған дейін үстіргөт каратанына байланысты және алғаш рет теориялық-эксперименталдық зерттеу нәтижелеріне сүйену ақылы жан-жакты талданып, дәлелденүне байланысты диссертациялық жұмыста корғауға ұсынылған қағидалардың барлығын да жана деп санауга толық негіз бер.</p> <p>7.4 Диссертациялық жұмыс техникалық физиканың және материалтану саласының іргелі мәселелерін, сонын ішіндегі энергиясы жоғары иондардың көп кабатты құрьымдармен есерлесу механизмін, имплантацияланған кремний иондарының хром нитрилді кабатының шекарасында микросегрегация мен диффузия процестеріне катысуы арқылы көп кабатты қаптаманың микрокұрьымы мен физика-механикалық қасиеттерінің өзгерісін көнін талдауда және шешүге арналған. Диссертациялық жұмыста орындалған зерттеу нәтижелері мен тұжъымдарды, корытындылар мен қағидаларды ЖОО-да бакалаврлар мен магистрантарды дайындауда байланысты арнағы пәндер түрінде және курстық, дипломдық жұмыстарды орындау барысында оку жүйесінде көнін колдануға болады.</p> <p>7.5 Диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары, нәтижелері, тұжъымдары мен корытындылары пікірлері КР БФМ таралынан ұсынылған бұйымы журналдарда, 2 макала квартильдері Q1 және Q2, импакт факторы 8,758 және 4,65 болатын Web of Science Core Collection және Scopus информатология корлар журналдарында, 6 макала халықаралық конференциялардың материалдарында басылып шыккан. Сонымен катар, көпкомпонентті микрокұрьымды наноелшемді каптамаларды алушың жана тәсілі үшін пайдалы модель түріндегі 1 патент берілген. Яғни, ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері КР БФМ таралынан койылатын талаптарға сәйкес жан-жакты талдаудан еткізілген.</p>
--	---

<p>8.</p> <p>Сенім ақиқаты. Ақпараттар мен ақпарат көздерінің акиқаты</p>	<p>8.1 Әдістемен тандау – негізделпен, немесе жеткілкіт көлемде баяндап:</p> <p>1) ИЯ</p> <p>Диссертациялық жұмыстың максаты мен міндеттеріне сәйкес, зерттеу әрекеттерін орындау үшін автор жұмыстың 2-тарауында толық суреттелген, соның жылдардағы тисті сілтемелері көрсетілген әртурлі теориялық және эксперименталдық әдістерге сүйенгендегі. Зерттеу нағайделері SEM, HRTEM, STEM, RBS, SIMS, TEM, XRD, EDS талдау әдістерін пайдалану арқылы және жоғары энергиялы иондармен саулендіру тәсілдерін колдану арқылы өндірілген. Сонымен катар, зерттеу жұмыстарының басым белгі Казакстанның және Украина мемлекеттің алдынғы катарлы ғылыми зерттеу оргалыктарында орындалды, ал негізгі нағайделердің ақиқаты танымал штеделдік зертханаларда алынған мағлұматтармен салыстыру арқылы дұрыстырылған. Зерттеу нағайделері көрнекі ғылыми басылымдарда жарияланып, көптеген республикалық және халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндап, талдаулардан өткізілді.</p> <p>8.2 Диссертациялық жұмыстың нағайделері ғылыми ізденіс әрекеттерінің заман талабына сәйкес келетін әдістері негізінде және мағлұматты өңдеу, сипаттау тәсілдері компьютерлік технологияларды пайдалану арқылы орындалуы:</p> <p>1) ИЯ</p> <p>Жұмыстың негізгі міндеттеріне сәйкес оларды іске асыру максатымен келесі эксперименталдық талдау әдістері колданыс тапты: растрлық электрондық микроскопия (SEM); ренттегендік микроанализ (EDS); иондардың Резерфордтық кері шағылу әдісі (RBS); ренттегендік күрьылымдық талдау (XRD); полуышы және анықтауышы электрондық микроскопия (TEM, STEM); молекулалық динамика әдістері; нанокагеттылық пен микрокагеттылықты елшілеу куралдары, тозу мен үйкелісті анықтаушы тестлік бағдарламалар. Көп кабатты каптамаларды молелдеу және сипаттау үшін SRIM-2008 жүйесіне жүгінуге түра келді.</p> <p>8.3 Теориялық тұжырымдардың, модельдердің, анықталған байланыстар мен заңдылықтардың эксперименталдық зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында дәлелденуі және расталуы:</p> <p>1) ИЯ</p> <p>Диссертацияда келтірілген теориялық тұжырымдар мен заңдылықтардың ақиқаты эксперименталдық зерттеулер арқылы дәлелденіл, нактылығына көз жеткізілді. CrN/ZrNCr/Zr негіздегі көп кабатты нигрилді каптамаларды алушын вакуумдық-догадыл, иондық-плазмалық тұндыру тәсілі дайындалды. Көп кабатты нанокүрьылымдық плаzmалардың 60 кэВ энергиядағы кремний иондарымен атқылауға дейнігі және $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$ флюенспен атқылағаннан кейінгі элементтік және фазалық кұрамы зерттеуден өткізілді. Кремний иондарымен имплантациялаудың «интерфейстердің иондық араласу» проплесіне, профилдердің кальцитасуына асері бағаланып, атомдық ығысуулар мен</p>
--	---

		<p>Вакансиялардын Улесі талдаудын SRIM әлсі арқылы аныкталған маглұматтармен салыстырылды. Молекулалык динамика әлсінің көмегімен шекара аймағындағы микрорұмылдар мен ішкі кернеулердің имплантациялауға байланысты кремний иондарының микросегрегация және диффузия процестеріне әсері есептеулерден өткізілді. Нанокұрлыымды көп кабатты каптамалардың механикалық сипаттамалары, тозуга тәзімділігі, үйкеліс көэффициенті, каттылығы иондарды имплантациялауға дейінгі және имплантациялаудан кейінгі мәндери аныкталып, жан-жакты зерделік талдаулардан өткізілді.</p>
8.4	Манызы өрекші тұжырымдардың ақиқаты жоғары ғылыми сілтемелер арқылы расталып дәлелденген	<p>Диссертациялық жұмысты жазу және дайындау барысында автор пайдаланған материалдарға тиисті сілтемелер толығымен келтірлген. Кол жеткен ғылыми нәтижелер белгілі маглұматтармен салыстыру арқылы талдаудан өткізілпі отырган.</p>
8.5	Пайдаланған әдебиеттер ғылыми магниттеге жоғары ғылыми сілтемелер арқылы расталып дәлелденген жеткілікті/жеткілікіз:	<p>1) <u>Из</u></p> <p>Диссертациялық жұмысты орындау барысында автор 165 ғылыми енбектерге жан-жакты талдау жасай отырып, диссертацияның негізгі бағытына сәйкес тиисті деңгейде әдеби шолу жүргізген. Солардың арасында соңғы Уш жылда жарық көрген отыздан астам макалалар мен рейтингісі жоғары көрнекі енбектер де бар. Шолуды дайындау кезінде карастырылған енбектерге сын көзбен карау арқылы кол жеткен жетістіктері мен орын алған кемшіліктер де автордың назарынан тыс калмаған. Яғни, бұған дейінгі орындалған ғылыми жұмыстарға жүргізілген шолу дәрежесі диссертациялық жұмыс көлеміне толық сәйкес келеді деп санауга болады.</p>
9	Жұмыстың іс жүзінде құндылығы	<p>9.1 Диссертацияның теориялық манызы: 1) <u>бар</u></p> <p>Әрбір эксперимент нәтижесі бойынша автор орын алған процесс туралы міндетті түрде теориялық тұрғыдан өзінің болжамын корытындылайды. Егер сол корытындылар теориялық қадидаларға сүйену арқылы әрмен карай дамытуға себепкер болса, ондағы енбектің теориялық манызын жоғары деп бағалау - әрбір зерттеушінін міндеті. Сондай ғылыми манызы жоғары, теориялық дамыту барысында будан да құнды нәтижелерге кол жеткізері анық енбектердің катарына автордың осы енбегін де косуға болады.</p>
	9.2 Диссертацияны манызды жұмыстар көтөрье жатқызу және нәтижелерінің іс жүзіндегі құндылығы технологиялық режимдерді онтайтау арқылы физика-механикалық сипаттамалары мен көрсеткіштері тиисті дәрежеде калыптаскан нанокомпозитті каптамалаарды ендродін және	<p>Диссертациялық жұмыстың және оның негізгі ғылыми нәтижелерінің іс жүзіндегі құндылығы технологиялық режимдерді онтайтау арқылы физика-механикалық сипаттамалары мен көрсеткіштері тиисті дәрежеде калыптаскан нанокомпозитті каптамалаарды ендродін және</p>

		<p>1) жоғары</p> <p>оптимальды колданудын ғылыми негізін калауға мүмкіндік туғызуында болса керек. Сонымен катар, бұл жұмыстың негізгі және құнды нәтижелері «Техникалық физика» мамандығы бойынша білім алушы бакалаврлар мен магистрантарды дайындау барысында, оларға «Материалдардын беттік кабатының беріктігін жетілдіру», «Ионды- сәулелі технологияның көзірігі кезеңдегі проблемалары», «Материалдарды модификацияудың технологиялық тәсілдері» секілді курстарды игеру кезінде және курстүрк, дипломдық жұмыстарды орындауда байланысты көмекші оку құралы ретінде тиғизер пайдаласы орасан зор деп бағалау жаңашылдығы:</p> <p>1) <u>тольғымен жана (90%)</u></p> <p>9.3 Ұсыныстардың практикалық жаңашылдығы:</p> <p>1) <u>тольғымен жана (90%)</u></p> <p>Алғаш рет іс жүзінде колданыс тапкан көл кабатты CrNiZrNiCr/Zr негіздегі ингридиті каптамаларды алу жолының шешімін табылуы, соған байланысты «Способ вакуумно-дугового ионно-плазменного осаждения твердого покрытия» атаулы патенттің берілгілі, «Малзавод» ЖПС диссертациялық зерттеу нәтижелерін экономикалық тиімділігін есептемей өндірістік максатта колданылуы тұралы арнағы АКТ беруін және оку пролесін жетілдіру. Ушін колдануға байланысты екінші актының тапсырылуынан диссертациялық жұмыста келтірілген ұсыныстардың жаңашылдығы айқын көрінеді.</p> <p>Диссертациялық жұмыстың көкейкестілігі мен ғылыми жаңалығын, максаты мен міндеттерін, алынған құнды нәтижелері мен маңыздылдығын, жаңу жаңа сапалығы мен рәсімдеу әрекетін саралай келіп, оны ізденуші Сакенова Римма Ерболатқызы өз күшімен дербес орындаған деп санаймын және автордың бұл еңбегін «6D072300 - Техникалық физика» мамандығы бойынша <i>философия докторы (PhD)</i> дәрежесін алу үшін дайындалған жұмыстарға койылатын талаптарға сәйкес келетін, кәсби дәрежесі жоғары, толық аяқталған дара ғылыми еңбек деп бағалаймын.</p>
Ресми рецензент: КР білім-ғылым саласының құрметті қызыметкері, ф.-м.ғ.д., профессор	 K. Мұкашев	

**Әл-Фараби ат-Ы Казак
Дауар Үлгіткік Университеті**
Начальник управления подготовки и аттестации
Научный кадров КазНУ им. аль-Фараби
Р.Е. Кудайбергенова

