

**Техникалық ғылымдар және технологиялар бағытындағы  
«6D072300-Техникалық физика» мамандығы бойынша  
«философия докторы» PhD дәрежесін алу үшін  
Лазат Сарқытбекқызы Баймұданованаң  
«Нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN жабындарының микротұралымына, механикалық және трибологиялық  
қасиеттеріне Au<sup>+</sup> иондарымен импланттаудың әсері» тақырыбындағы  
диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің  
**СЫН ПІКІРІ****

p/h №	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:	<p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі);  2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы)  3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)</p>	<p>2017 жылы бекітілген және 2020 жылы түзетілген «Нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN жабындарының микротұралымына, механикалық және трибологиялық қасиеттеріне Au<sup>+</sup> иондарымен импланттаудың әсері» тақырыбындағы диссертация ғылымның «Табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, оның ішінде су ресурстары, геология, қайта өндіру, жаңа материалдар және технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар» және «Энергетика және машина жасау» даму бағыттарына сәйкес келеді.</p> <p>1) Диссертациялық жұмыс ҚР БжФМ Ғылым комитетінің қаржыландыруымен «Машина жасау бұйымдарына арналған тозуга төзімді материалдар алудың инновациялық технологияларын зерттеу және әзірлеу» (№АР05130362) және «Үйкеліс пен тозудан коргауга арналған өзгермелі архитектурасы бар нанометрлі масштабтағы көпкомпонентті және көпэлементті жабындар» (№0118РК00989) тақырыптары бойынша орындалған.  2) -  3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының 10 басым бағытының ішіндегі «Геология, минералды және көмірсүтек шикізатын өндіру және қайта өндіру, жаңа материалдар, технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар» және «Энергетика және машина жасау» бағыттарына сәйкес келеді.</p>

2.	Фылымға маңыздылығы	Жұмыс фылымға елеулі үлесін <u>қосады/қоспайды</u> , ал оның маңыздылығы <u>ашылған/ашылмаган</u> .	Ізденушінің фылымға қосқан үлесін нанокомпозитті көпқабатты жабындарды алудың жаңа өндеген әдісін ұсынғанымен және бұл әдіс бойынша пайдалы моделге патент («Көпқабатты корғаныс жабыны» пайдалы моделі №5824, 05 ақпан 2021 ж.) алғанымен, эксперименттік және теориялық зерттеулер арқылы жабынның трибомеханикалық және антибактериалды қасиеттерінің жоғары болуын дәлелдегенімен айтуға болады. Сонымен катар, диссертациялық жұмыста зерттеліп отырған жабындар жақсы қорғаныс материал және бактерияларға карсы жабындар ретінде бола алуын эксперименттік және теориялық зерттеулер кешенімен бекіте отыра, жазылуымен маңыздылығы ашылған. Диссертациялық жұмыстың зерттеу нәтижелерін ЖОО-да студенттер мен магистранттар үшін заманауи техникалық пәндерді оқу процесіне енгізу актілері және «Машзауыт» ЖШС болашақ жобаларында қолдану үшін экономикалық қаржатсызы өндіріске ендіру актісі алынған.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: <u>1) жоғары</u>	Автордың өзі жазу деңгейі жоғары, мәселен диссертация тақырыбы бойынша зерттеулер аясында ізденуші 202 фылыми, патенттік және техникалық әдебиеттерге шолу жасаған, екінші бөлімде эксперименттік және теориялық әдістерді қарастырып, өз зерттеулерінің бағытын негізделген. Диссертацияда тұжырымдалған докторанттың әрбір фылыми қағидалары, қорытындылары мен тұжырымдарының негізі үшінші және төртінші бөлімде көлтірілген.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негізdemесі: <u>1) негізделген</u>	Диссертациялық жұмыстың өзектілігі негізделген: нанокомпозитті, көпқабатты жабындардан тұратын материалдардың технологиялық процесстерінің заманауи әлемдік тенденциялары бойынша тозуга төзімді, физикалық және трибомеханикалық қасиеттері жоғары материалдарды алу бағытындағы зерттеу жұмыстары өзекті мәселе болып отыр. Мұндай материалдарды алуда иондық импланттаудың рөлі айтартылған. Иондық импланттау - қатты денелердің үстінгі қабаттарын модификациялауға арналған әмбебап құрал болып табылады. Наноөлшемді наноқабатты архитектурасы бар нанокомпозиттік жабындар төсөнішті жақсы қорғауды қамтамасыз етеді. Құрылымы әртүрлі материалдардың екі немесе үш түрінің ауыспалы наноқабаттарынан пайда болған көпэлементті жабындар қаттылықтың жоғарылауын көрсететіндігін жазған. Осылайша, жоғарыдағыларды кеңінен аша келе, ізденуші өзінің жұмысындағы әдебиеттік шолуында отандық және шетелдік рейтингті, Web of Science Core Collection и Scopus

		<p>базасына енетін ғылыми журналдарға сілтемелер жасай отыра, диссертация тақырыбының өзектілігін негіздеген. Л.С. Баймолованың диссертациялық жұмысы өзекті және машина жасау, жаңа материалдар облыстарындағы мамандардың қызығушылығын тудырады деп айта аламын. Жұмыста айқындалған өзектілікті негізге ала отыра, зерттеудің нысаны, мәні, мақсаты мен міндеттері сипатталған.</p>
	<p>4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындауды  <u>1) айқындауды</u></p>	<p>Диссертациялық жұмыстың мазмұны диссертация тақырыбын толығымен айқындауды. Жұмыстың мазмұндағы әдебиеттерге шолуда көпқабатты корғаныс жабындарының құрылымдық ерекшеліктері мен қасиеттерін, зерттеу әдістерінде койылған міндеттері бойынша барлық эксперименттік және теориялық әдістерді көлтірсе, негізгі үшінші және төртінші бөлімдерінде импланттауга дейінгі және кейінгі зерттеу нәтижелері алынып, жұмыстың мазмұны диссертация тақырыбына сай жазылған.</p>
	<p>4.3 Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:  <u>1) сәйкес келеді</u></p>	<p>Ізденушінің диссертациялық жұмысына қойған мақсаты - наноқабатты құрылымы бар нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN негізіндегі жабындардың фазалы-құрылымдық күйіне және физика-механикалық қасиеттеріне Au<sup>-</sup> иондарымен импланттаудың әсерін зерттеу және осы мақсатты жүзеге асыруға қойылған міндеттері диссертация тақырыбына «Нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN жабындарының микрокұрылымына, механикалық және трибологиялық қасиеттеріне Au<sup>-</sup> иондарымен импланттаудың әсері» сәйкес келеді.</p>
	<p>4.4 Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылышы логикалық байланысқан:  <u>1) толық байланысқан</u></p>	<p>Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылышы логикалық толық байланысқан. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша отандық және шетелдік зерттеулер аясында ізденуші бірінші бөлімде кең ғылыми, патенттік және техникалық әдебиеттерге шолу жасаған, екінші бөлімде эксперименттік және теориялық әдістерді қарастырып, өз зерттеулерінің бағытын негіздеген. Диссертацияда тұжырымдалған докторанттың әрбір ғылыми қағидалары, қорытындылары мен тұжырымдарының негізі үшінші және төртінші бөлімде көлтірілген, барлығы ретімен тақырыпқа сай жақсы құрылған. Жалпы жұмыс 125 беттен, 47 суреттен, 6 кестеден және қолданылған 202 әдебиет көздері тізімінен тұрады.</p>
	<p>4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен</p>	<p>Автор нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN тұратын наноөлшемді қабаттар негізіндегі жабындарды алған көпқабатты корғаныс жабындарын вакуумды-доғалы разряд арқылы тұндыру бойынша өндөлген әдісі жаңа</p>

		салыстырылып бағаланған: <u>1) сыни талдау бар</u>	бұлып табылады және ол «Көпқабатты қорғаныс жабыны» пайдалы модельне алынған патентімен (ҚР ӘМ, 2021 ж.) дәлелденеді. Осы патенттің рефератында және жұмыстың 3-бөлімінде аталған әдіс бұрыннан белгілі әдістермен салыстырылып, бағаланған, объективті, жан-жақты сыни талдау арқылы ұсынылған. Әдісті таңдау барысында сыни талдау дедуктивті әдіспен жасалған, яғни алдымен жалпы көпқабатты жабындар туралы айтыла келіп, жекеленген жағдайлар қарастырылған. Автор ұсынған қағидаттар дәлелденіп, олар әсіресе төртінші бөлімде көптеген ғылыми мақалаларға сілтеме жасай отыра, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып, сыни талдау жасалып бағаланған. Атап өту керек, төртінші бөлімдегі молекулалық динамика әдісі арқылы есептеулер нәтижелері рейтингті, шетелдік ғылыми журналдарда жарық көрген жұмыстарға сілтеме жасала отыра, өте жақсы сыни талдау жасалған.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма? <u>1) толығымен жаңа (90%)</u>	Диссертациялық жұмыста алынған ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табылады: алғашқы рет көпқабатты қорғаныс жабындары өндөлген тұндырыу әдісімен $(\text{TiAlSiY})\text{N}/\text{CrN}$ алынған. Бірінші рет $(\text{TiAlSiY})\text{N}$ және $\text{CrN}$ наноөлшемді қабаттардан жасалған нанокомпозитті жабындардың құрылым мен қасиеттерін эксперименттік әдістердің кешенімен ауқымды зерттеулер жүргізген. Бұл жаңалықтар ізденушінің алған патентімен және шетелдік Web of Science Core Collection и Scopus базасына енетін ғылыми журналдарға 2 мақаласының жарық көргенімен дәлелденеді.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма? <u>1) толығымен жаңа (90%)</u>	Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табылады: <b>Нәтиже 1:</b> Алғашқы рет көпқабатты қорғаныс жабындары өндөлген тұндырыу әдісімен алынған $(\text{TiAlSiY})\text{N}$ және $\text{CrN}$ наноөлшемді қабаттардан жасалған нанокомпозитті жабындардың фазалық құрылымдық күйіне $\text{Au}^+$ иондарымен импланттаудың әсері зерттелді, бұл жабынды алу әдісі бойынша «Көпқабатты қорғаныс жабыны» пайдалы модель (2021 ж.) алынған. Бөліну шекараларының жоғары түзілу энергиясы әсерінен (111) бағаналы құрылымы мен өлшемі шамамен 10 нм нанодәндері бар $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}/\text{CrN}$ екі қабаттарының когерентті өсуі анықталған. <b>Нәтиже 2:</b> Алғашқы рет алтын иондарымен имплантталған нанокомпозитті $(\text{TiAlSiY})\text{N}/\text{CrN}$ жабындарының антибактериалдық қасиеттері анықталды. Наноиндентирлеу нәтижелері сәулеленудің

			<p>жеткілікті жоғары дозасына қарамастан жабынның жоғары «қорғаныс» қабілеттері көрсетілді. Наноқабатты құрылымы бар негізіндегі жабындарының қорғаныс қабаттарының жоғары трибологиялық қасиеттеріне ие екендігі көрсетілді.</p> <p><b>Нәтиже 3:</b> Тұндырылған жабындарды ұлгілеуші <math>Ti_{1-x}Al_xN/CrN</math> (111) гетероқұрылымдарын молекулалық динамика әдісі негізінде нанокомпозитті <math>(TiAlSiY)N/CrN</math> жабындарының араластыру термодинамикасының энергиясын есептеулер нәтижелері мен алынған эксперименттік нәтижелерге салыстырмалы талдау жасалынған.</p>
		<p>5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жана және негізделген бе?</p> <p><u>1) толығымен жаңа (90%)</u></p>	<p>Диссертациялық жұмыстағы технологиялық шешім ретінде <math>(TiAlSiY)N/CrN</math> негізіндегі нанокомпозитті жабындарды вакуумды-доғалы тұндыры әдісімен алынған, кейіннен <math>Au^+</math> иондарымен импланттау энергиясы 60 кэВ және дозасы <math>1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}</math> болып таңдалғандығы жаңа, сондай-ақ бұл «Көпқабатты қорғаныс жабыны» пайдалы моделіне алынған патентімен (2021 ж.) және «МашЗауыт» ЖШС болашақ жобаларында қолдану үшін экономикалық қаражатсыз өндіріске ендіру актісінің алынғанымен негізделген.</p>
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	<p>Диссертациялық жұмыста алынған наноөлшемді қабаттардың белінү шекараларындағы, сондай-ақ наноқабатты архитектуралы жабындардың ауыр <math>Au^+</math> иондарымен әсерлесуі кезіндегі процестерді зерттеу барысында алынған барлық қорытындылар анағұрлым теренірек түсініктерді қалыптастыра алатындей ауқымды, эксперименттік зерттеулер арқылы жұмыста ұсынған үш қағиданы ғылыми тұрғыда дәлелдемелермен негізделген.</p>
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	<p>Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p><u>1) дәлелденді</u></p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p><u>2) жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p><u>1) ия</u></p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p><u>3) кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p><u>1) ия</u></p>	<p>7.1 Ізденуші өзінің диссертациялық жұмысын қорғауға негізгі үш қағиданы ұсынады:</p> <p>1 Көпқабатты қорғаныс жабындарын вакуумды-доғалы разряд арқылы тұндыры бойынша өнделген әдіспен алынған <math>(TiAlSiY)N/CrN</math> тұратын наноөлшемді қабаттар негізіндегі жабындардың құрылымды-фазалық күйіне <math>Au^+</math> иондарының әсер ету заңдылықтары. Эксперименттік және теориялық зерттеулер кешені бойынша <math>Au^+</math> иондарымен импланттау жабынның беттік қабаттарында құрылымдық және композитті өзгерістерді тудыратындығы дәлелденген. Ауыр иондар беттік қабатқа екінші қосқабатқа дейін (~25-30 нм) енетіні және EDS зерттеулеріне сәйкес сзызықты емес таралумен <math>Au</math>-мен байытылған аймактарды құрайтыны анықталған. Жергілікті аймактардағы ақаулардың пайда болу</p>

механизмдері, сонымен қатар жекеленген моноқабаттардың элементтерінің қайта таралуы бекітілген. Қағидат тривиалды емес, жаңа материалдарды алу және зерттеу бойынша техникалық ғылымдар мен материалтану бағытындағы мамандар үшін жұмыс аса қызығушылық тудырады және машина жасау облысында коррозия мен тозудан сақтайтын бөлшектер жасауда қолдану деңгейі жоғары. Бұл ұсынылған қағидат жаңа және нәтижелері мен қорытындылары отандық және жоғары квартильді ғылыми басылымдарда жарық көрген және жабын алу бойынша пайдалы моделге патент алынған.

2 Au<sup>+</sup> иондарымен импланттаудың нәтижесінде (TiAlSiY)N/CrN жабындарының корғаныс қабілеттері жақсарған трибомеханикалық қасиеттерінің және бактериялар белсенделілігі төмендеген антибактериалдық қасиеттерінің өзгерісі. Бұл қағидатта жабындарының механикалық, трибологиялық және антибактериалды қасиеттері анықталған. Наноиндентирлеу жоғары сәулелену тығыздығына қарамастан, жабындардың жоғары қорғаныс қабілеті бар екені айқындалған. Cr қабатымен жабынды тұндыру болат төсөніш пен көпқабатты наноөлшемді жабын арасындағы адгезияның едәуір артуы дәлелденген. Зерттеліп отырған жабынды импланттаудан кейін алтын иондарының енүі арқасында бактериялардың айтартықтай белсенделілігінің төмендегенін дәлелдеген. Имплантациядан өткен көпқабатты жабындардың трибомеханикалық қасиеттерінің жақсарғандығы мен бактерияларға карсы тұра алу мүмкіндігі бар екенін дәлелдеген қағидат тривиалды емес, машина жасау және медицина саласындағы мамандар үшін қызығушылықтарын тудырады. Жұмыстың нәтижелері ҚР БжFM білім беру және ғылым саласындағы бақылау Комитеті бекіткен ғылыми басылымдарда және квартильдері жоғары, рейтингті халықаралық, шетелдік ғылыми журналдарда жарияланған.

3 Молекулалық динамика әдісі негізінде нанокомпозитті (TiAlSiY)N/CrN жабындарының араластыру термодинамикасының энергиясын есептеулер нәтижелері бойынша эксперименттік нәтижелерімен салыстырып, олардың үйлесетіндігі бекітілген, яғни теориялық зерттеулер арқылы алдын-ала қажетті параметрлерді бекітүге болатындығы анықталған. Теориялық есептеулердің нәтижелерінен шыққан қорытындылар эксперименттік зерттеулер нәтижелерімен дәлелденген. Соңғы жылдары ғалымдардың қызығушылығын тудырып

			<p>отырған молекулалық динамика әдісімен жасалған есептеулер мен үлгілеу тривиалды емес және бұл алдын ала қандай да бір параметрлерді алдын ала таңдал, қажет қасиеттерге кол жеткізуге болатындығымен қолдану аясы кең, деңгейі жоғары деп айтса болады. Теориялық және эксперименттік зерттеулер бойынша талдау жасалған ғылыми еңбегі «High Temperature Material Processes» атты рейтингті, квартилі Q2 шетелдік журналда және халықаралық конференция материалдарында жарияланған.</p> <p>Жоғарыда аталған диссертациясының қағидалары, нәтижелері, қорытындыларына негізделген барлығы 14 жарияланымдармен расталады. Жарияланымдардың ішінде 6 мақала КР БжFM білім беру және ғылым саласындағы бақылау Комитеті бекіткен ғылыми базасылымдарда, 2 мақала Web of Science Core Collection және Scopus квартиль - Q1 және Q2, 6 мақала халықаралық конференция материалдарының жинақтарында, оның ішінде 1-i «SCOPUS и Web of Science» базасында индекстелген шетелдік халықаралық конференция материалдарының жинақтарында жарық көрген. Сонымен қатар, диссертацияда зерттеу объектісі болған зерттелген жабынды алу бойынша пайдалы модельге патент алынған. Негізгі нәтижелер ғылыми семинарларда және халықаралық конференцияларда баяндалып, талқыланған.</p>
8.	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған <u>1) ия;</u>	Ізденушінің диссертациялық жұмысы қойылған мақсаты мен міндеттеріне сай әдістеме таңдалған. Таңдалған әдістері жан-жақты әр түрлі ақпарат бере алатын заманауи, сынақтардан өткен жоғары дәрежедегі әдістер болып табылады. Зерттеу материалы мен зерттеу әдістері жұмыстың екінші бөлімінде толығымен қарастырылған, сілтемелер жасалған.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өндеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алған: қазіргі заманғы заманауи сынақтардан өткен, шетелдік және ТМД елдерінде жоғары бағаланатын құралдар мен құрылғылдарды қолданған. Мәселен, фазалық құрамы мен құрылсын HR-TEM жоғары дәлдіктегі жарықтандырығыш микроскопиясы, EDS арқылы, элементтік құрамын RBS, XPS және трибомеханикалық қасиеттерінен бөлек химиялық байланыстарды анықтайтын екінші ретті микроскопиясын (SIMS) да қолданған.	

		<p>Сонымен қатар, эксперименттік өлшеулерден бөлек компьютерлік технологияларды, атап айтсақ, терендік бойынша заттағы иондарды тасымалдауды сандық үлгілеуді TRIM бағдарламасы арқылы, атомдық денгейдегі компьютерлік үлгілеу арқылы атомдық конфигурациясын молекулалық динамика әдістерін қолдану арқылы жасаған және араластыру энергиясын есептеген.</p>	
	<p>8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді):  <u>1) ия</u></p> <p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u></p> <p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u></p>	<p>Диссертациялық жұмыстағы теориялық қорытындылар, алған атомдық конфигурациясы, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар барлығы эксперименттік зерттеулермен теориялық есептеулер арқылы дәлелденген және расталған. Көпқабатты (TiAlSiY)N/CrN жабындарында алтынның теріс иондарымен импланттауға дейінгі және кейінгі пайдаланылған әдебиеттермен зерттеулермен XPS спектрлерінен байланыс энергияларының төмендегенін көрсеткен, ол молекулалық динамика әдісі негізінде есептелген араласу энергияларының диаграммасында энергиялардың төмендегенімен дәлелденген және расталған.</p> <p>Ізденуші өз жұмысында жасаған мәлімдемелері сенімді ғылыми әдебиет көздерімен салыстырыла отырып, талданған, анализ жасаған және оларға сілтемелер жасау арқылы расталған.</p> <p>Диссертациялық жұмыста тақырып бойынша ауқымды, жеткілікті денгейде 202 әдебиет көзінен тұратын әдеби шолу жасаған. Пайдаланған әдебиеттер тізімі рейтингі жоғары, шетелдік және отандық ғылыми басылымдардан тұрады, басым бөлігі соңғы он жылдықты құрайды.</p>	
9	Практикалық құндылық принципі	<p>9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар:  <u>1) ия</u></p>	<p>Диссертацияның теориялық маңыздылығы наноөлшемді қабаттардың боліну шекараларындағы, сондай-ақ наноқабатты архитектуралы жабындардың ауыр Au- иондарымен әсерлесуі кезіндегі процестердің түсінү үшін біршама ауқымды ақпараттарды түсінуде болып табылады. Диссертациялық жұмыста материалдарды жақсарту мақсатында молекулалық динамика әдісі негізіндегі теориялық есептеулер нақты бір параметрлерді алдын-ала есептеп, болжап алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, диссертацияның ЖОО-да магистранттар мен докторанттар үшін көпқабатты жабындар, иондық импланттау бойынша білімдерін жетілдіруге, эксперименттік және теориялық әдістердің менгеруге мүмкіндік беретіндегі маңыздылығы бар.</p>

		<p>9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:</p> <p><u>1) ия</u></p>	<p>Ізденушінің диссертациясының практикалық маңыздылығы зерттелген жабынның техникада трибомеханикалық қасиеттері жоғары материал ретінде техникада, машина жасауда және антибактериалдық қасиеттері бойынша материал бетінің микробтарды жою дәрежесінің жоғары болуына қарай, медицинада қолданыс таба алатындығымен негізделеді, сәйкесінше алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары.</p>
		<p>9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады?</p> <p><u>1) толығымен жаңа (90%)</u></p>	<p>Жұмыстың нәтижелері бойынша жасалған практикалық ұсыныстары жаңа болып табылады: жабынды алу бойынша ұсынылған өндөлген әдісі жаңа және ол «Көпқабатты қорғаныс жабыны» пайдалы моделіне алынған патентімен (2021 ж.) бекітіледі. Жұмыста жасалған практикалық ұсыныстар (9.2 пунктегі) бойынша диссертациялық жұмыстың зерттеу нәтижелері «Техникалық физика», «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» мамандықтары бойынша білім алушыларды дайындауда оку процесіне, курстық және дипломдық жұмыстарында қолданылуына ендіру актілері және «МашЗауыт» ЖШС болашак жобаларында қолдану үшін экономикалық қаржатасыз өндіріске ендіру актісі алынған.</p>
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	<p>Академиялық жазу сапасы:</p> <p><u>1) жоғары</u></p>	<p>Ізденушінің диссертациялық жұмысының академиялық жазу сапасы - жоғары; жоғары ғылыми және әдістемелік деңгейде дайындалған және толығымен аяқталған, жүйелі ғылыми зерттеу жұмысын жүргізген. Диссертациялық жұмыстың өзектілігі, ғылыми жаңа шылдығы мен практикалық қолданысы, мазмұны мен көлемі, жазылу сапасы мен ресімдеу сапасы жағынан да Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым Министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің «Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережелері» талаптарына сай.</p>

Рецензент:

«ҚР Ұлттық ядролық орталығы» РМК  
«Атомдық энергия институты» филиалының  
Реакторлық отынды сынау зертханасының бастығы, PhD

«02» 06 2021 ж.

*Поручись А.Н. Мухамедов заверено*  
*Ст. инсп. ОКР* *Испакова*



Мухамедов Н.Е.