

«6D071000 – Материалтану және жаңа материалдар жасау технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Суюндыкова Гулнур Сериккалиевнаның «Кремний карбидінің нанокұрылымын плазмахимиялық тундыру әдісімен синтездеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету); 2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету); 3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	Диссертациялық жұмыс ҚР Білім және ғылым министрлігі қаржыландыратын «Табиғи, соның ішінде су ресурстарын ұтымды пайдалану, геология, жаңа материалдарды өңдеу және технологиялар» басымдығы бойынша АР05132865 «Кремний карбиді нанокұрылымдарын синтездеудің плазмахимиялық технологиясын әзірлеу» (2018–2020 жж.) жобасы аясында орындалған. Сонымен қатар, ізденуші 2025–2027 жылдарға арналған «Жас ғалым» жобасы бойынша АР25793533 «Нанокұрылымды кремний мен вольфрам карбидтерінің синтезі: құрылымы мен алу әдістеріне жаңа көзқарастарды зерттеу» тақырыбындағы ғылыми жобаның жетекшісі болып табылады.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы ашылған/ашылмаған.	Жұмыс кремний карбидінің (3C-SiC) бірөлшемді нанокұрылымдарын төмен температуралы плазмахимиялық жағдайларда алудың заңдылықтарын ашу арқылы ғылымға елеулі үлес қосады. Органосилан прекурсорларын қолданбай SiC синтездеу мүмкіндігі негізделген

3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі:	Автор зерттеу міндеттерін қояды, тәжірибелерді жоспарлауды, қондырғыны модернизациялауды және нәтижелерді талдауды дербес орындаған. Негізгі ғылыми мақалалар мен қорытындылар ізденушімен өз бетінше дайындалған
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) төмен;	
		4) өзі жазбаған.	
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	SiC нанокұрылымдарының фотоэлементтер мен сенсорларда қолдану мүмкіндігіне байланысты өзектілігі толық негізделген
		1) негізделген;	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	Жұмыс мазмұны плазмахимиялық синтез бен құрылымдық қасиеттерді зерттеуге бағытталып, тақырыпты толық ашады
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	
		1) айқындайды;	
		2) ішінара айқындайды;	Мақсат пен міндеттер технологиялық параметрлер мен материал сипаттамаларын анықтауға бағытталып, тақырыпқа сәйкес келеді
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	
		1) сәйкес келеді;	Бөлімдер (әдеби шолу, тәжірибе, талдау) өзара логикалық байланысқан
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Салыстырмалы талдау: Қолданыстағы әдістерге (CVD, Лети) сыни талдау жасалып, жаңа плазмахимиялық тәсілдердің артықшылықтары көрсетілген
		1) толық байланысқан;	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	
		1) сыни талдау бар;	
		2) талдау ішінара жүргізілген;	

		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	Диссертацияда алғаш рет органосилан прекурсорларын қолданбай, $\text{Ar/C}_2\text{H}_2$ газ ортасында жоғары жиілікті реактивті магнетронды тозандату әдісімен 600–700 °C төмен температурада 3C-SiC нанокұрылымдарын алудың технологиялық мүмкіндігі дәлелденген. Сондай-ақ, кеуекті Si(111) төсенішінің наноталшықтардың тығыздығы мен морфологиясына әсері алғаш рет жүйелі түрде зерттеліп, ғылыми ережелер ретінде тұжырымдалған
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Жұмыс қорытындылары кремний карбидінің бірөлшемді нанокұрылымдарының қалыптасу заңдылықтарын (өсу механизмі, фазалық түзілу, оптикалық қасиеттер) жаңа қырынан ашады. Төсеніш морфологиясының катализатор түріне қарағанда басым әсер ететіндігі туралы тұжырым материалтану саласы үшін тың қорытынды болып табылады
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Автор ұсынған плазмахимиялық синтездің оңтайлы технологиялық режимдері (700-800 °C, никель катализаторы) энергия үнемдейтін және экологиялық қауіпсіз болып табылады. Магнетронды тозандату кезінде улы органосиландардан бас тарту — бұл өндірістік масштабтау үшін жаңа әрі
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

			экономикалық тұрғыдан негізделген технологиялық шешім
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген /негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Барлық қорытындылар РФТ, СЭМ, ЖКШ және ПЭМ сияқты кешенді физикалық-химиялық зерттеулердің ауқымды эксперименттік деректеріне негізделген
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес. 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес. 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең	7.1 Барлық үш ереже эксперименттік деректермен және статистикалық талдаумен дәлелденген. 7.2 Жоқ, себебі олар бұрын зерттелмеген төмен температуралы және органосиландарсыз синтез режимдерін қамтиды 7.3 Иә, плазмахимиялық синтез жағдайындағы жаңа заңдылықтар ұсынылған 7.4 Кең (күн энергетикасы, наноэлектроника, фотокатализ) 7.5 Иә, нәтижелер 8 ғылыми еңбекте, соның ішінде Scopus Q3 журналдарында жарияланған

		4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	
		7.5 Мақалада дәлелденген бе?	
		1) ия;	
		2) жоқ	
		3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Таңдалған плазмахимиялық тұндыру әдістері нақты жазылған
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Технологиялар: ImageJ, OriginPro 2024 және MCV-500SCCM автоматтандырылған контроллерлер кеңінен қолданылған
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		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):	Теориялық болжамдар СЭМ, КРШ, ЖКШ және РФТ нәтижелерімен расталған
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / ішінара расталған / расталмаған.	Мәлімдемелер 179 сенімді ғылыми әдебиетке сілтемелермен расталған

		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз.	жеткілікті
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Наноталшықтардың өсу механизмдері мен фазалық түзілу заңдылықтары ашылған
		1) бар;	
		2) жоқ.	
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Энергия үнемдейтін және экологиялық қауіпсіз технологиялық режимдер ұсынылған
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Тандемдік күн элементтері мен фотокаталитикалық жүйелер үшін жаңа шешімдер ұсынылған
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертация 121 беттен тұрады, 89 сурет пен 7 кестемен көрнекіленген, құрылымы логикалық тұрғыдан дұрыс ресімделген
		Академиялық жазу сапасы:	
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
11.	Диссертацияға ескертулер	4) төмен.	Жұмыс жоғары ғылыми деңгейде орындалған, дегенмен келесідей бірнеше ескертулер мен ұсыныстарды атап өтуге болады: 1) Диссертациядағы кейбір СЭМ-бейнелер мен РФТ дифрактограммаларында (мысалы, 600 °C-тағы үлгілерде) аспаптық шулар байқалады. Болашақ зерттеулерде статистикалық деректердің нақтылығын арттыру үшін сигналды сандық сүзу әдістерін тереңірек қолдану ұсынылады.

		2) Жұмыстың практикалық маңыздылығы бөлімінде ұсынылған әдістің дәстүрлі жоғары температуралы CVD әдістерімен салыстырғандағы экономикалық тиімділігіне (энергия шығыны, қондырғының ресурстық мерзімі) нақтырақ есептеулер келтірілсе, жұмыс құндылығы арта түсер еді. 3) Мәтіннің кейбір тұстарында "наноталшықтар" мен "наносымдар" терминдері синоним ретінде қолданылған. Олардың морфологиялық айырмашылықтарын (кристалдылық дәрежесіне қарай) нақтылап кеткен жөн болар еді. 4) Автор SiC нанокұрылымдарын күн элементтері мен фотокатализде қолдануды ұсынады. Болашақта бұл материалдарды легирлеу арқылы олардың сенсорлық қасиеттерін (газдық сенсорлар) зерттеудің де перспективасы жоғары екенін ескерген жөн. 5) Жұмыста қолданылған плазмахимиялық синтез әдістерінің артықшылықтары жақсы көрсетілген, бірақ олардың дәстүрлі CVD немесе PVD әдістерімен салыстырғандағы нақты технологиялық тиімділігі толығырақ ашылса жұмыс құндылығы арта түседі. 6) Жұмыста кеуекті және тегіс төсеніштердің әсері нәтижелер көрсеткен, алайда олардың беттік ауданы мен
--	--	---

			кеуектілік параметрлерінің сандық сипаттамалары толық берілмеген. 7) Оптикалық тыйым салынған аумақ енін анықтау әдістемесі қысқаша берілген. Есептеу тәсілдері мен қолданылған модельдерді нақтылау қажет. Бұл ескертулер диссертациялық жұмыстың жалпы ғылыми құндылығына және алынған нәтижелердің шынайылығына әсер етпейді.
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)		Жарияланған 8 жұмыстың 3-і Scopus Q3 деңгейіндегі халықаралық журналдарда шыққан, бұл зерттеудің жоғары ғылыми деңгейін көрсетеді
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)		Суяндыкова Гулнур Сериккалиевнаға 6D071000 – Материалтану және жаңа материалдар технологиясы мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беруді толық қолдаймын.

Ресми рецензенттер пікірлерінде келесі шешімдердің бірін көрсетеді:

- 1) философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор дәрежесін беру;
- 2) диссертацияны пысықтауға жіберу (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайлардан басқа);
- 3) философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор ғылыми дәрежесін беруден бас тарту

Ресми рецензенттер пікірлерінің көшірмелері докторантқа диссертация қорғауға дейін кемінде 5 (бес) жұмыс күнінен кешіктірілмей беріледі.

Ресми рецензент:

Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ

Инженерлі бейінді зертхана жетекшісі

PhD, профессор:

(жұмыс орны, ғылыми дәрежесі)


(қолы)

Сейтхан Азат
(Аты-жөні)

