«8D07110-Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Нұрболат Шырын Таңырбергенқызының «Көміртекті материалдар мен металл оксидтері негізінде суперконденсаторларға арналған электродты композиттер» 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:	Диссертациялық жұмыс ҚР ҒЖБМ 2021-2023 жылдарға арналған AP09058501 «Энергияны сақтау және фотоэлектрохимиялық құрылғылар үшін перспективті наноқұрылымды материалдар жасаудың технологиялық негіздерін жасау», AP09259253 «Электрохимиялық энергияны жинақтау және сақтау құрылғыларына арналған көміртекті композиттерді әзірлеу» мемлекеттік гранттық қаржыландыру жобалары аясында орындалған. Ұсынылып отырған жұмыс Қазақстан Республикасы Үкіметінің жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылымды дамытудың «Энергия, озық материалдар және транспорт» басым бағытына сай келеді.
		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.	
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін **қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Диссертация ғылымның дамуына айтарлықтай үлес қосады. Наноөлшемдегі металл / металл оксидтерін синтездеу және олардың негізінде көміртекті композиттер дайындау және оларды термиялық өңдеу, сонымен қатар оларды қолдану мүмкіндіктеріне байланысты жүргізілген зерттеулер материалтану саласындағы іргелі мәселелерді шешуде практикалық және ғылыми маңызды болып табылады. Нұрболат Шырынның диссертациялық жұмысында келтірілген нәтижелер зерттеудің

			өзектілігі мен маңыздылығын айқын көрсетеді. Аталған сала бойынша зерттеулер жүргізу жоғары сыйымдылыққа ие симметриялы конденсаторларды алуда маңызы зор .
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: **1) жоғары;** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Автор диссертациялық жұмысты зерттеуде, нәтижелерді талдауда және түсіндіруде, сондай-ақ жарияланымдар мен диссертациялық жұмысты дайындауда жоғары деңгейін көрсетті. Нұрболат Шырынның диссертацияны өзі жазу деңгейі жоғары, оны зерттеу жұмысы бойынша жазылған негізгі ғылыми мақалалардың сапасымен және диссертациядағы тәжірибелік жұмыстарды толыққанды түсіндіруімен растауға болады. Берілген диссертациялық жұмыстағы автордың жеке үлесі зерттеу тақырыбын негіздеу және тұжырымдаумен, тапсырма қоюмен, сонымен қатар, тәжірибелік және теориялық зерттеулерді жоспарлаудың заманауи тәсілдерін пайдаланумен көрінеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: **1) негізделген;** 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	Автор зерттеу жұмысының өзектілігін толықтай ашып көрсеткен. Металл оксидтерін суперконденсаторға арналған электродтарды жасауда қолдану кең тарағанымен, беткі қабаты оксидпен қапталған металл кобальтты қолдану аз зерттелген. Автор өз жұмысында осы әдістің артықшылықтарын аша білді. Және экономикалық тиімділігі жоғары симметриялы конденсатор жасауда белсендірілген көмірді автордың өзі синтездеуі, оның құрамын басқара отырып, сыйымдылығын арттыруы жаппай өндірісте өте тиімді. Сондықтан таңдалған бағыт өзекті тақырыптар қатарына жатады.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: **1) айқындайды;**	Диссертацияның мазмұны диссертация тақырыбын толық айқындайды. Диссертациялық жұмыстың тараулары тақырыпты дәйекті түрде ашады.

		2) ішінара айқындайды;	
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына толықтай сәйкес келеді. Зерттеу нәтижесінде қойылған мақсатқа қол жеткізіліп, міндеттер шешімін тапқан.
		1) сәйкес келеді;	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертациялық жұмыстың барлық бөлімдері, соның ішінде кіріспе, негізгі тараулар, қорытынды бірізділікпен жазылған және толықтай логикалық байланысқан. Диссертацияның бөлімдері ішкі бірлікке ие және әрбір бөлімге қысқаша қорытындылар жасалған.
		1) толық байланысқан;	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Автор ұсынған жаңа шешімдер дәлелді және толығымен бағаланған. Зерттеу саласы бойынша аталған жұмысқа сыни талдаулар жүргізілген. Co_3O_4 бөлшектері негізінде жасалған электродтарды H_2-өңдеу жұмыстарының оңтайлы параметрлері көрсетілген және соның салдарынан электрод сыйымдылығының арту себебі де толық баяндалған.
		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?	Диссертациялық жұмыстың ғылыми нәтижелері мен қағидаттар толығымен жаңа. **1. Қағида** Co_3O_4 негізіндегі электродтардың сыйымдылығының артуы Co_3O_4 бөлшектерін 300 °C-ге дейінгі температурада 1 сағатқа дейін сутегі атмосферасында тотықсыздандыру, кейін баяу тотықтыру арқылы жүзеге асырылады. **2. Қағида** Co_3O_4 нанобөлшектері негізіндегі электродтарды 275 °C температурада тотықсыздандыру оның
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

			құрылымын бұзбайды және электродтардың меншікті сыйымдылығын 4-5 есе арттырады, бұл ретте Co^{2+}/Co^{3+} ауысуы сыйымдылыққа айтарлықтай үлес қосады. **3. Қағида** Co_3O_4 бөлшектерінің бетін белсендіру және электродтардың электрохимиялық белсенділігін арттыру нанобөлшектердің қайта кристалдануы нәтижесінде жүзеге асады, мұнда Co_3O_4 нанокристалл құрылымының CoO фазасына өзгеруі және Co^{2+} күй концентрациясының өсуі H_2-өңдеуімен басталады. **4. Қағида** Симметриялы конденсаторға арналған кобальт нанобөлшектері және белсендірілген көмір негізіндегі композитті (Co@AC) синтездеу теріс электродтың сыйымдылығын сақтай отырып, фарадей реакциялары есебінен оң электродтың сыйымдылығын 3 еседен астам арттырады.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? **1) толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Берілген диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы мынадай критерийлер тұрғысынан жаңа деп санауға болады: жұмыс барысында алғаш рет Co_3O_4 нанобөлшектерінің тотықсыздандырудан кейінгі электрохимиялық белсенділігі және меншікті электрсыйымдылығының өзгерісі анықталды; H_2-өңдеу режимдерінің Co_3O_4 нанобөлшектерінен жасалған электродтардың меншікті сыйымдылығының ұлғаюына жауапты жұқа электрохимиялық белсенді қабатты қалыптастыруға әсері зерттелді. Сондай-ақ кобальт және белсендірілген көмір негізінде синтезделген Co@AC

			композитінен жасалған симметриялы суперконденсатор жасау әдістері және олардың электрхимиялық қасиеттері зерттелді.
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері толығымен жаңа және негізделген. Ол зерттеу жұмысы барысындағы тұжырымдар, тәжірибелік жұмыс нәтижелерімен және ғылыми жарияланымдармен расталады.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
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).	Жұмыстың қорытындылары және жасалған тұжырымдар ғылыми маңызды теориялық зерттеулерге және көптеген эксперименттік деректерге негізделген. Диссертациялық жұмыстың қорытындыларының негізділігі мен сенімділігі зерттеу нәтижелерінің жоғары көрсеткіштерге ие халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдарда басылымдардың жариялануымен расталады. Алынған нәтижелердің сенімділігі диссертанттың заманауи зерттеу және талдау әдістері кешенін қолдануымен дәлелденеді. Зерттеу барысында заманауи физика-химиялық зерттеу әдістері қолданылған: электронды микроскопия, энергодисперсиондық талдау, раман спектроскиясы әдістері және т.б.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет:	1) Диссертация авторы қорғауға 4 ғылыми тұжырымды ұсынған. Диссертациялық жұмыстың негізгі тұжырымдары ғылыми түрде негізделген, логикалық жүйемен дәйектелген және шынайылығына күмән келтірмейді. 2) Диссертациялық жұмыста тривиальдылық элементтер кездеспейді. Зерттелетін процестердің барлық анықталған заңдылықтары мен ерекшеліктері теория және технология саласындағы заманауи білім
		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?	позициясынан қарастырылды. 3) Қағидаттардың барлығы жаңа және ғылыми зерттеулердің нәтижелерімен дәлелденген. 4) Барлық алынған нәтижелердің қолдану ауқымы кең деп бағаланады. 5) Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша 9 баспалық жұмыстар жарияланған. Соның ішінде Scopus базасында CiteScore көрсеткіштік процентильге ие Q2 квартиліне кіретін журналдарда 3 мақала, ҚР БҒМ БҒСБК ұсынатын ғылыми журналдарда 3 мақала, халықаралық ғылыми - практикалық конференциялардың жинақтарында 3 ғылыми жұмыс жарияланған.
		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	
		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:	Әдістемені таңдау жоғары дәрежеде сипатталған және негізделген. Зерттеу әдістемесі графикалық-аналитикалық әдістерді және нәтижелерді өңдеудің математикалық әдістерін қамтиды.
	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:	Диссертациялық жұмысты орындау барысында заманауи зерттеу қондырғылары мен аналитикалық аспаптар қолданылған. Үлгілерді зерттеу барысында Сканерлеуші (СЭМ) және Жарықтандырушы (ТЭМ) электронды микроскопия, Рентгенді дифракция (XRD), Раман спектроскопиясы, Электрохимиялық
		1) ия;	

		2) жоқ.	импеданс спектроскопиясы (EIS), Циклдық вольтамперометрия (CV), Гальваностатикалық заряд-разряд әдісі (GCD), Рентгендік фотоэлектрондық спектроскопия (XPS), БЭТ әдісі (газдың адсорбция/десорбция әдісі), Энергодисперсті рентгендік спектроскопия (EDX) зерттеу нәтижелері келтірілген.
		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 қорытындылар, модельдер, анықталған байланыстар мен заңдылықтар тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерімен дәлелденеді және бекітіледі.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен **расталған** / ішінара расталған / расталмаған.	Диссертациялық зерттеу жұмысында автор қолданылған маңызды мәліметтердің шынайылығын нақты әрі сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтеме жасау арқылы растаған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға **жеткілікті**/жеткіліксіз.	Диссертациялық жұмысты орындау барысында 153 әдебиет көзі пайдаланылған. Әдебиеттер тізімі диссертация тақырыбы бойынша толық аналитикалық әдеби шолу жүргізуде жеткілікті. Тақырыпқа сәйкес әдебиеттер тізімі нақты қолданылған.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертацияның теориялық маңызы бар. Берілген диссертациялық жұмыс бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелер энергетика және материалтану саласындағы іргелі сұрақтарды шешу үшін өте маңызды болып саналады.
		1) бар;	
		2) жоқ.	

		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: **1) ия;** 2) жоқ.	Диссертациялық жұмысты орындау барысында алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндіктері жоғары. Зерттеу барысында қол жеткізілген нәтижелер оларды электрохимиялық құрылғыларда, қолдануға мүмкіндіктер ашады.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? **1) толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыстағы практикалық ұсыныстардың жаңалық дәрежесі айтарлықтай жоғары. Кобальт және белсендірілген көмір негізінде синтезделген Co@AC композитінен жасалған симметриялы суперконденсатор жасау жұмыстары алғаш рет жүргізілген.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: **1) жоғары;** 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Диссертацияның академиялық жазылу сапасы жоғары. Ғылыми жұмыс сауатты әрі ғылыми техникалық тілде жазылған. Алынған нәтижелерге талдаулар сауатты жүргізілген. Жұмыстың ішкі бірлігі сақталған және ғылыми жаңалығы жинақталған.
11.	Диссертацияға ескертулер	*Диссертация мәтініне қатысты ескертулер: «жалған бірлікті» жорамал бірлік деп өзгерту керек, көп фрагментті суреттерде ә) әрпінің орнына б) әрпі келтірілген. Алайда көрсетілген техникалық қателіктер диссертация мазмұнына еш 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)	Диссертациялық жұмыс негізінде орындалған ғылыми мақалалардың деңгейі жоғары.	

13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жоғарыда айтылған сипаттамаларға сүйене отырып, ізденуші Нұрболат Шырын Таңырбергенқызын «8D07110-Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Ресми рецензент:
Екі мәрте Кеңес Одағының батыры
Т.Ж. Бигелдинов атындағы Әуе қорғанысы
күштері Әскери институты Ғылыми-зерттеу
бөлімінің бастығы, ф.-м.ғ.к., профессор **Сергеев Дәулет Мақсатұлы**