«6D072000-Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Жумашева Назерке Жанатқызы «Жақсартылған энергия сыйымдылығы бар литий-күкіртті аккумуляторларға арналған жаңа композициялық материалдар» 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.	Диисертациялық жұмыс мемлекеттік бюджеттен қаржыландыратын мақсатты қаржыландыру бағдарламасы грант аясында орындалған: OPFE2021001 «Қорғаныс және аэроғарыштық қолданбаларға арналған жаңа материалдар мен құрылғылар», 2021-2023. Диссертацияда ұсынылған зерттеу нәтижелері «Энергия, озық материалдар және көлік» бағытына сәйкес келеді.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін **қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Жумашева Н. Ж. диссертациялық жұмысы литий-күкіртті аккумуляторларға арналған катодтық және сепараторлық материалдарды әзірлеу саласында ғылымға елеулі **үлес қосады**. Жұмыста биомасса негізіндегі (күріш қауызы) графен тәрізді кеуекті көміртек және никель оксиді композиттері синтезделіп, олардың көмегімен

			аккумулятордың энергия сыйымдылығы мен циклдік тұрақтылығын арттыру жолдары зерттелген. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелердің маңыздылығы - қоршаған ортаға зиянды ауыл шаруашылығы қалдығын жоғары тиімді функционалдық материалға айналдыру арқылы **экологиялық және энергетикалық проблемаларды қатар шешуге** бағытталған жаңа тәсілді ұсынуында.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) **жоғары;** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Ізденуші орындаған жұмыс дербес зерттеу болып табылады. Жұмыстың жоғары ғылыми деңгейі алынған нәтижелердің Journal of Power Sources сияқты жоғары импакт-факторлы (Q1) шетелдік журналда жариялануымен расталады. Диссертациялық зерттеу аясында материалдарды синтездеу, электрохимиялық талдау жүргізу, алынған мәліметтерді өңдеу мен интерпретациялау ізденушінің тікелей қатысуымен және өз бетінше орындалғаны көрінеді. Жұмыс құрылымы мен мазмұны ізденушінің ғылыми көзқарасының қалыптасқанын және зерттеу мәселесіне толыққанды ие екенін көрсетеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) **негізделген;** 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертациялық жұмыстың өзектілігі айқын негізделген. Қазіргі таңда жоғары энергия сыйымдылығы бар аккумуляторларды әзірлеу – жаңартылатын энергия көздерін тиімді пайдалану мен экологиялық қауіпсіздік мәселелерін шешуде ерекше маңызды бағыт болып табылады. Жұмыста литий-күкіртті аккумуляторлардың практикалық тиімділігін арттыру мақсатында биомассадан алынған көміртекті материалдар мен функционалдық композиттерді синтездеу және қолдану жолдары қарастырылған. Күріш қауызы негізіндегі графен тәрізді көміртек пен никель оксиді материалдарының пайдаланылуы зерттеуге жоғары ғылыми және қолданбалы маңыз береді.

		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) **айқындайды;** 2) ішінара айқындайды; 3) айқындамайды.	Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын толықтай ашып көрсетеді. Бірінші тарау әдеби шолуға арналған, онда энергияны сақтау жүйелерінің қазіргі жағдайы мен даму перспективалары, соның ішінде литий-күкіртті аккумуляторлардың артықшылықтары мен проблемалары жан-жақты қарастырылған. Екінші тарау жұмыстың тәжірибелік бөлігіне арналған және онда биомассадан алынған көміртекті материалдар мен GPC-NiO композиттерін синтездеу, олардың құрылымдық-физикалық және электрохимиялық сипаттамаларын зерттеу әдістері сипатталған. Үшінші тарауда алынған нәтижелердің өңделуі, талдануы және олардың ғылыми негіздемелері келтірілген. Жұмыстың құрылымы зерттеудің мақсаттары мен міндеттеріне толық сәйкес келеді.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) **сәйкес келеді;** 2) ішінара сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді.	Н.Ж. Жумашеваның қойған мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына толықтай сәйкес келеді. Зерттеу барысында литий-күкіртті аккумуляторлар үшін биомассадан алынған көміртекті материалдарды синтездеу, олардың құрылымын жетілдіру және электрохимиялық сипаттамаларын арттыруға бағытталған міндеттер жүйелі түрде қойылып, дәйекті түрде шешімін тапқан.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) **толық байланысқан;** 2) ішінара байланысқан; 3) байланыс жоқ.	Диссертацияда келтірілген кіріспе, үш негізгі тарау және қорытынды бөлімдерінің мазмұны өзара логикалық тұрғыдан толық байланысқан. Зерттеу барысы ғылыми дәйектілікпен құрылып, алдымен мәселенің өзектілігі мен зерттеу мақсаты анықталады, кейін тәжірибелік бөліктер мен алынған нәтижелер бірізді түрде баяндалып, қорытындыда жалпы ғылыми тұжырымдар мен практикалық маңыздылығы нақты тұжырымдалады.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Диссертациялық жұмыста зерттеу саласы бойынша ағымдағы ғылыми-техникалық жағдайға жан-жақты және сыни талдау жасалған. Қолданылған әдебиеттер тізімі көлемді және заманауи ғылыми еңбектерге негізделген, бұл

		1) **сыни талдау бар;** 2) талдау ішінара жүргізілген; 3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген; 4) талдау жоқ.	зерттеу бағытының ғылыми контексті терең зерделенгенін көрсетеді. Жұмыста литий-күкіртті аккумуляторлардың негізгі мәселелері, атап айтқанда, шаттл эффектісі мен төмен электр өткізгіштігі, сондай-ақ оларды шешу жолдары ретінде графен тәрізді көміртекті және металл оксидті материалдарды қолдану тиімділігі ғылыми тұрғыда негізделіп түсіндірілген
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) **толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Докторанттың ұсынған ғылыми нәтижелері мен тұжырымдарының жаңалығы бар деп санаймын. Атап айтқанда, литий-күкіртті аккумуляторларда қолдануға арналған биомасса негізіндегі графен тәрізді көміртек (GPC) пен никель оксиді (NiO) композиттерін синтездеу және олардың катод пен сепаратор ретінде тиімділігі алғаш рет кешенді түрде зерттелген. GPC@S катоды мен GPC-NiO-20 модификацияланған сепараторынан тұратын ұяшық жоғары бастапқы сыйымдылық (1519 мА·сағ/г, 0.2C) және ұзақ циклдік тұрақтылық (400 цикл ішінде сыйымдылықтың төмендеуі тек 0.091%) көрсеткен. Сонымен қатар, жұмыста күріш қауызы негізіндегі көміртекті материалдың жоғары меншікті беткі ауданы (2143,5 м²/г) мен жақсы дамыған кеуектілігі күкіртті тиімді иммобилизациялауға мүмкіндік беретіні дәлелденген. Бұл нәтижелер аккумулятор өнімділігін арттырудағы жаңа экологиялық және ресурстық тиімді тәсілді ұсынады.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) **толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табылады және ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы жоғары деңгейде дәлелденген. Алынған нәтижелердің мазмұны Scopus және Web of Science базаларында индекстелетін рецензияланатын ғылыми журналдарда жарияланған мақалаларда көрініс тапқан, сондай-ақ бірқатар ғылыми жаңалықтар авторлық патентпен қорғалған. Бұл көрсеткіштер зерттеу нәтижелерінің ғылыми қауымдастық тарапынан мойындалғанын айғақтайды.

		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Шешімдер жаңа және негізделген.
		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).	Негізгі тұжырымдар жақсы негізделген және басқа авторлардың жарияланымдарының нәтижелерімен байланысты.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет:	1. Күріш қауызы биомассасынан синтезделген графен тәрізді кеуекті көміртек материал жоғары беттік ауданы (2143.5 м²/г), кеуек көлеміне(1.02 см³/г) (микро,мезо, макрокеуектер) және 29.13 % графиттену дәрежесіне байланысты күкіртті кеуектерге жүктеуге хост материал ретінде тиімділік көрсетеді. Күріш қауызы биомассасынан синтезделген графен тәрізді кеуекті көміртек материалы жоғары меншікті беткі аумағы, үлкен кеуек көлемі және жақсы дамыған микро және мезокеуекті құрылымы арқасында литий-күкірт аккумуляторларының катодтарын түзу үшін күкіртті тиімді түрде иммобилизациялайды. **7.1 дәлелденді;** **7.2 жоқ** **7.3 ия** **7.4 кең** **7.5 ия** 2. GPC-ге никель оксидін NiO енгізу LiS ұяшықтағы активті материал полисульфидтердің тотығу және тотықсыздану жылдамдығын арттырып, каталиткалық әсер етеді. Сондай-ақ GPC полисульфидтердің еруіне физикалық барьер көрсетсе,
		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** 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.	никель оксиді полярлы қасиетіне байланысты химиялық барьер рөлін атқарады. Графен тәрізді кеуекті көміртек бетінде синтезделген никель (II) оксиді нанобөлшектері литий полисульфидтерінің тотығу және тотықсыздану жылдамдығын каталитикалық әсері арқылы арттырады. **7.1 дәлелденді;** **7.2 жоқ** **7.3 ия** **7.4 кең** **7.5 ия** 3. GPC@S катоды және GPC-NiO-20 модификацияланған сепараторымен түрленген ұяшық, GPC@S катоды модификацияланбаған сепараторы бар ұяшыққа қарағанда жоғары бастапқы сыйымдылық (0,2C-де GPC-NiO-20 сепараторы үшін 1519 мА·сағ/г, модификацияланбаған сепараторы бар ұяшық үшін 1190 мА·сағ/г бастапқы сыйымдылық) пен цикл бойынша тұрақтылықты (100 циклден кейін GPC-NiO-20 сепараторы үшін 870 мА·сағ/г, модификацияланбаған сепараторы бар ұяшық үшін 589 мА·сағ/г) жақсартады. **7.1 дәлелденді;** **7.2 жоқ** **7.3 ия** **7.4 кең** **7.5 ия**
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Таңдалған әдістеме жақсы негізделген диссертациялар және әлемдік тәжірибе. Оның талдауын автор в диссертацияға әдеби шолу және эксперименттік бөлімде қолданылған жұмыс.
	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 жұмыстың нәтижелері заманауи ғылыми зерттеу әдістерін қолдану арқылы алынған. Диссертацияда алынған ғылыми нәтижелердің, тұжырымдар мен қорытындылардың негізділік және дәлдік дәрежесі диссертацияда қойылған міндеттерді шешуге бағытталған заманауи физика-химиялық, электро-химиялық зерттеу әдістерін пайдалану арқылы анықталады.
		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 тұжырымдар мен анықталған заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен расталды. Синтезделген материалдардың қасиеттері мен сипаттамалары заманауи аспаптық және электрохимиялық әдістермен талданды.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен **расталған** / ішінара расталған / расталмаған.	Маңызды тұжырымдар заманауи және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелер арқылы расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға **жеткілікті**/жеткіліксіз.	Диссертацияда пайдаланылған әдебиеттер тізімі 142 дереккөзден тұрады. Оның ішінде 100-ден астамы әдеби шолуда қолданылып, заманауи ғылыми әдебиеттерге сілтеме жасалған. Әдеби шолу үшін пайдаланылған дереккөздер жеткілікті болып табылады.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Алынған нәтижелер аккумуляторлық жүйелердің энергия тығыздығын және циклдік тұрақтылығын арттыруға
		1) **бар;**	

		2) жоқ.	мүмкіндік беріп, литий-күкіртті аккумуляторлардың дамуына елеулі үлес қосады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Алынған нәтижелер литий-күкіртті аккумуляторлар үшін ғана емес, сондай-ақ литий-ионды аккумуляторлардың (ЛИБ) анод материалдарын дамыту тұрғысынан да ғылыми және технологиялық тұрғыдан маңызды.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады. Докторанттың эксперименттік мәліметтері литий-күкіртті аккумуляторлар үшін тиімді катод және сепаратор материалдарын дайындауға нақты негіз болады.
		1) **толығымен жаңа;**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Диссертациялық жұмыс қазақша ғылыми-техникалық тілінде, түсінікті стильде жазылған және талаптарға сай рәсімделген.
		1) **жоғары;**	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
		4) төмен.	
11.	Диссертацияға ескертулер	Жұмыстағы әдеби мәліметтерді талдау және эксперименттік материал диссертацияның мамандық шифрына сәйкестігін, сондай-ақ орындалған эксперименттің жоғары деңгейде жүргізілгенін оң бағалауға мүмкіндік береді. Ескертулер бойынша диссертацияда ұсақ редакциялық түзетулер мен әдебиеттерді сілтемелерімен толықтыру қажет етеді.	
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 жұмыста жарияланған мақалалар зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді. Атап айтқанда, докторант төмендегі бағыттар бойынша ғылыми нәтижелерін халықаралық және республикалық басылымдарда жариялаған: 1. GPC@S катоды мен GPC-NiO композиттерін синтездеу және сипаттау, олардың литий-күкірт аккумуляторларының электрохимиялық сипаттамаларын жақсартудағы рөлі. Бұл нәтижелер Journal of Power Sources (Scopus, Q1) журналында жарияланып, жұмыстың жоғары ғылыми деңгейін көрсетті. 2. Күріш қауызынан алынған графен тәрізді көміртекті материалдардың құрылымдық-физикалық қасиеттерін зерттеу, нәтижесінде алынған материалдардың жоғары беттік ауданы мен кеуектілігі дәлелденген. Бұл мақала Известия НАН РК журналында жарық көрген.	

		3. Композиттерді сепаратор модификаторы ретінде қолдану арқылы шаттл әсерін азайту, LiPS адсорбция қабілетін арттыру, сондай-ақ заряд-разряд процесін жақсарту бойынша жүргізілген зерттеулерде маңызды ғылыми жаңалықтар алынған. Жарияланған мақалаларда докторант ұсынған әдістердің ғылыми жаңалығы, алынған нәтижелердің жоғары сапасы және практикалық маңыздылығы дәлелденген. Әр мақалада қолданылған зерттеу әдістері қазіргі заманғы талаптарға сәйкес және жұмыстың ғылыми дәрежесін растайды.
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жумашева Назерке Жанатқызының «Жақсартылған энергия сыйымдылығы бар литий-күкіртті аккумуляторларға арналған жаңа композициялық материалдар» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған және толықтай аяқталған дербес зерттеу болып табылады. Жұмыс құрылымы, мазмұны мен рәсімделуі Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің талаптарына толық сәйкес келеді. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, Жумашева Назерке Жанатқызын «6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Ресми рецензент:

Satbayev University
«Жалпы физика» кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, PhD.

_____
(жұмыс орны, ғылыми дәрежесі)

_____ (қолы)

Асқарұлы Қ.