«8D05301 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Оразов Жандос Қанатұлының «Көрінетін жарықтағы фотокатализге арналған легирленген TiO_2 нанобөлшектерін және TiO_2 негізіндегі гетероқұрылымдарды алу» 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:	*Диссертация Қазақстан ғылымының приоритетті бағыттары мен мемлекеттік бағдарламаларына сәйкес келеді. Зерттеу ҚР Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің гранттық жобаларында (ИРН AP09057924-ОТ-23, AP19679298) және «Жас Ғалым 2025-2027» бағдарламасында (ИРН AP25796519) орындалған. Осы жобаларда TiO_2-негізіндегі фотокатализаторларды әзірлеуге басымдық берілген, сондықтан тақырып талдаған бағдарламалық міндеттерді жүзеге асыруға бағытталған.*
		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.	*Диссертацияның нәтижелері фотокатализ саласына елеулі жаңалық енгізеді. Авторы TiO_2 нанобөлшектерін синтездеудің шарттары (мысалы, күйдіру температурасы) мен олардың құрылымдық-фотокаталитикалық қасиеттері арасындағы байланысты анықтады. Атап айтқанда, 450 °C-та*

			анатаз фазасы түзілетіні және пор өлшемдерінің 3,8–10 нм шамасында болатындығы анықталған. Сондай-ақ, темір (Fe^{3+}) ионымен легирленген N-TiO_2 үшін оңтайлы концентрация алғаш рет анықталды: ол заряд тасымалдаушылардың рекомбинация жылдамдығын бәсеңдетіп, фотокаталитикалық белсенділікті айтарлықтай арттырады. Графен оксидінің (GO) қосылуы фотокатализатор қасиеттерін тиімді жақсартатыны эксперименттер арқылы дәлелденген: GO енгізілген гетероқұрылымдарда электрондар мен тесіктердің бөлінуі күшейіп, органикалық молекулаларға адсорбция сыйымдылығы артып, электрондардың жедел тасымалдануы жүреді. Бұл факторлар нәтижесінде GO қосылған катализаторларда Orange II, Eosin Y және карбамазепин ластағыштары фотодеградациясының жылдамдығы артады. Осылайша, жаңа нәтижелер фотокатализ теориясына, әсіресе заряд тасымалы мен рекомбинация механизмдерін терең түсінуге айтарлықтай үлес қосады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: ***1) жоғары;*** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	*Диссертация автордың жеке дербес еңбегінің нәтижесі болып табылады. «Автордың жеке үлесі» бөлімінде докторлық диссертацияның тәжірибелік және теориялық бөліктері автордың басшылығымен орындалғаны және*

			зерттеу нәтижелерін автор өзі талдап, ғылыми мақала ретінде жариялағаны көрсетілген. Бұл жұмыстың түпнұсқалығын растайды.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: ***1) негізделген;*** 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	*Диссертацияның өзектілігі нақты негізделген. Кіріспеде су ресурстарын ағымдағы фармацевтикалық препараттар мен бояғыштар сияқты тұрақты органикалық ластағыштардан тазарту өзекті проблема екені айтылған. Сонымен қатар, бар технологиялардың кемшіліктері және көрінетін жарықтағы фотокатализдің перспективалары сипатталған. Осы мағлұматтар жоба тақырыбының өзектілігін нақты растайды.*
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: ***1) айқындайды;*** 2) ішінара айқындайды; 3) айқындамайды.	*Диссертация мазмұны зерттеу тақырыбын нақты айқындайды. Жұмыстың бастапқы бөлімдерінде атмосфералық және су ластағыштарын жою мақсатында N-түзілген TiO_2 алу және оны Fe^{3+} иондары мен графен оксидімен модификациялау сипатталған (зат объектісі мен әдістері). Жұмыстың негізгі тарауларында дәл осы материалдарды синтездеу, сипаттау және фотокаталитикалық белсенділігін өлшеу қарастырылған.*
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: ***1) сәйкес келеді;*** 2) ішінара сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді.	*Зерттеудің мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына толық сәйкес келеді. Кіріспеде қойылған міндеттер «азотпен легирленген TiO_2 алу және оның GO, Fe^{3+} көмегімен модификациясын*

			зерттеу, құрылымдық-сипаттамаларын анықтап, органикалық ластағыштарды ыдыратудағы фотокаталитикалық белсенділігін бағалау» деп белгіленген. Бұл міндеттер диссертация тақырыбын кеңінен ашып, зерттеу аясын анық көрсетеді.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: ***1) толық байланысқан;*** 2) ішінара байланысқан; 3) байланыс жоқ.	*Диссертация бөлімдері мен оның негізгі тұжырымдары логикалық байланыста. Мысалы, 2-тарауда синтез әдістері мен сипаттау құралдары көрсетілген, 3-тарауда олардың нәтижелері (кристаллдық құрылым, морфология, фотокаталитикалық сынақтар) баяндалған, ал қорытындыда осы нәтижелерден туындайтын жалпы тұжырымдар берілген. Сонымен қатар, жұмыстың құрылымы стандартқа сай (кіріспе, әдеби шолу, нәтижелер, қорытынды) құрылған. Барлық бөлімдер зерттеу мақсаттарына қызмет етеді және бір-бірін толықтырады.*
		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.	*Автор ұсынған шешімдер тәжірибе мен талдау нәтижелері арқылы дәлелденген. Мысалы, жұмысқа енгізілген негізгі жаңалықтар бөлімінде 450 °C-та анатаз фазасының түзілуі және оның фотокаталитикалық белсенділігі анықталғаны, Fe^{3+} допант мөлшерінің оңтайлы мәні анықталғаны, GO қосу нәтижесінде фотокаталитикалық әсердің жақсарғаны көрсетілген. Жұмыста алынған жаңа қорытындылар бұрынғы*

			мәліметтермен салыстырылған – мысалы, допантсыз N-TiO_2-ге қарағанда 0,7 % Fe енгізудің тиімділігі артатыны дәлелденген. Сонымен қатар, қосылған шешімдер көзі ретінде әдебиеттермен салыстырмалы талдаулар да жүргізілген.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	*Мысалы, жұмыс бірінші рет 450 °C-та күю жағдайында анатаз фазасының түзілуін және рутилдың болмайтынын дәлелдеді. Сонымен қатар, темірмен легирлеу кезінде оңтайлы концентрация (0,7 %) анықталды, бұл N-TiO_2-дің фотокаталитикалық белсенділігін арттыратыны алғаш рет баяндалған. GO қосқан гетероқұрылымдардың фотокаталитикалық тиімділігін жақсартуы да зерттеудің жаңа тұжырымдарының бірі болып табылады. Осылайша алынған нәтижелер бұрын жарияланбаған жаңалық болып табылады.*
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	*Диссертация қорытындылары да жаңалық болып есептеледі. Қорытынды бөліміндегі негізгі пункттер (мысалы, 2 және 3-пункттерінде берілген анатаз TiO_2-фотөнімінің жоғары активтілігі және 0,7 % Fe оңтайлылығы туралы тұжырымдар) бұл зерттеудің ерекше нәтижелері екенін көрсетеді.*
		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?	*Кейбір техникалық шешімдер жаңа және жан-жақты негізделген. Мысалы, NH_2-MIL-125 металл-органикалық құрылымын күю арқылы алынатын N-түзілген TiO_2*
		1) толығымен жаңа;	

		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	*және оның Fe^{3+}/GO модификацияларының оңтайлы құрылу шарттары анықталған (450 °C, 0,7 % Fe, 30 % GO). Бұл ұсыныстар тәжірибе нәтижелерімен дәлелденген. Дегенмен, экономикалық немесе басқару шешімдері диссертацияда қарастырылмаған (зерттеу негізінен химиялық-техникалық сипатта).*
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).	*Диссертация қорытындылары (қорытындылар) эксперименттік және есептік нәтижелермен толық негізделген. Мысалы, қорытындының 2-тармағында жаңа алынған N-TiO_2 фотокатализаторларының көрінетін жарықтағы фотобелсенділігі жоғары екендігі нақты көрсетілген (жарықтандырылған кезде бірліктік уақытта концентрацияның төмендеуі коэффициенті). 3-тармақта Fe^{3+} енгізудің 0,7 %-дық мөлшері ең тиімді екені анықталған. 6-тармақта өткізілген жұтқыштармен тәжірибелер негізінде негізгі белсенді бөлшектер ($•O_2^-$, h^+, $^1O_2$, •OH) ролі расталған. Барлық негізгі қорытындылар экспериментпен расталған мәліметтерге сүйенеді, сондықтан олардың негізділігі жоғары.*
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;	*7.1. Мысалы, 1-ереже (450 °C оптималдылығы) XRD деректері мен фотокаталитикалық сынақтармен расталған (450 °C-та анатаз текшесі қалыптасып, рутил анықталмаған). 2-ереже (Fe^{3+} мен GO енгізудің белсенділікті*

		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.	*арттыруы) фотокатализ белсенділігін өлшеу нәтижелерімен расталған; 0,7 % Fe ең жақсы әсерін көрсетті, ал GO енгізу Orange II деградация жылдамдығын арттырғаны анықталды. 3-ереже ($•O_2^-$, $•OH$, $^1O_2$ негізгі белсенді бөлшектер) радикал жұтқыштарды қолданған фотокаталитикалық тәжірибелермен расталған. Бұл деректер тікелей сәйкес ережелерді растайды.* *7.2 Ұсынылған ережелер тривиал емес, олар ғылыми жаңалық ретінде келтірілген. Мысалы, 450 °C-та анатаз фазасының қалыптасуы мен Fe^{3+} оңтайлы концентрациясы бұрын жарияланбаған. Сондай-ақ, фотокаталитикалық жүйеде белсенді бөлшектердің рөлін көрсету тәжірибелерінде жаңа мәліметтер алынған. Ережелер ғылыми ізденіс нәтижесі болғандықтан, олар әмбебап немесе алдын-ала белгілі емес.* *7.3. Диссертацияның «Ғылыми жаңалық» бөлімінде көрсетілгендей, бұл нақты тұжырымдар алдыңғы әдебиетте кездеспейді. Мысалы, 450 °C-та күйдірудің оңтайлылығы және Fe^{3+}-тың 0,7 % деңгейіндегі ең жоғары тиімділік алғаш рет дәлелденді. Сонымен қатар, N-TiO_2/GO гетероқұрылымында 30 % GO қолдану көрсеткіштері мен белсенді*

			бөлшектер тізбегі де жаңа ақпарат болып табылады. *7.4. Ұсынылған ережелер практикалық қолдануға бағытталған. Мысалы, анатаз фазасында жұмыс істейтін фотокатализаторларды алу үшін 450 °C шартын ұсыну және 20 % GO қосылған қоспа арқылы N-TiO_2/GO дайындау тазарту технологиясында қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, алынған фотокатализаторлар кең спектрлі (боягыштар, фармацевтика) ластағыштарды ыдыратуға жарамды екені практикалық маңыздылық ретінде атап өткен. Яғни, қорғалатын ережелер зерттеу нәтижелерін нақты өндірістік немесе экологиялық есепте қолдануға мүмкіндік береді.* *7.5 Басты қорытындылардың кейбірі жарияланымдарға енген. Мысалы, диссертация авторының қатысуымен жарық көрген мақалада NH_2-MIL-125-тен алынған N-түзілген TiO_2/GO фотокатализаторларының боягыштар мен карбамазепинді ыдыратуда жоғары белсенділігін көрсетті, бұл GO енгізудің әсерін растайды. Алайда диссертациядағы кейбір нақты тұжырымдар (мысалы, ципрофлоксацин ыдырауы мен оптималды температура жайлы) әлі жарияланбаған. Жалпы,*

			маңызды эксперименттік нәтижелер халықаралық журналдарда баяндалғанымен, барлық қорғалған пункттер толық жарияланбаған, сондықтан кейбіреулері тек осы жұмыста баяндалды.
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	*әдістемелік тәсілдер нақты негізделген және сипатталған. Диссертацияда әдістер бөлімі (2-тарау) зерттеу әдістерін толық қамтиды: салқындату-сольвотермиялық синтез, күйдіру, Fe^{3+} импрегнациясы, SEM, TEM, ЭДС, РФА, УК-диффузиялық спектроскопия, фотокаталитикалық сынақтар т.с.с. тізімделген. Бұл тәсілдер зерттеудің мақсаттарына сай таңдалған. Әдістердің әрқайсысы эксперименттің нақтылығын қамтамасыз етеді, яғни әдіснама жақсы жазылған және негізделген.*
	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:	*Жұмыста заманауи зерттеу әдістері және бағдарламалық құралдар қолданылған. Мысалы, рентген-фазалық анализ нәтижелерін талдау үшін GSAS-II бағдарламасындағы Le Bail әдісі пайдаланылған. Зерттеуде сондай-ақ БЭТ-анализа, Фурье ИК-спектроскопия, микроскопиялық (SEM/TEM/EDS), фотолюминесценциялық әдістер қолданылған. Бұл әдістер ғылыми деректерді өңдеудің қазіргі заманғы құралдарын ұсынғандықтан, нәтижелер заманауи талаптарға сай алынған.*
		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 эксперименттік зерттеулермен толық расталған. Мысалы, ұсынылған фотокатализ схемасы (заряд тасымалдаушылардың түзілуі мен реакциялары) «Жұмыстың теориялық маңыздылығы» бөлімінде көрсетілген және оны тәжірибе (радикал жұтқыштар қолдану арқылы) растаған. Қорытындылар бөліміндегі әрбір пункт нақты эксперимент нәтижелеріне сүйенеді (мысалы, SEM/EDS арқылы бөлшектердің құрылымы, радикал жұтқыш тәжірибелері арқылы механизмдер расталған). Осылайша, теориялық қорытындылар тәжірибемен және модельдеу нәтижелерімен дәлелденген.*
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен ***расталған*** / ішінара расталған / расталмаған.	*Иә, диссертацияда берілген маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді әдебиеттермен расталған. Кіріспе бөлімінде фотокатализдің негізгі тұжырымдары мен қолдану салалары әдебиеттерге сілтемелер арқылы түсіндірілген. Мысалы, TiO_2-де ультракүлгін сәулемен су фотоыдырауының ашылуы туралы А.Фудзисима және К.Хонда еңбегі және фотокатализдің маңызды қолдану аймақтары туралы шолуларға сілтемелер берілген. Осылайша, теориялық негіздегі айтылған пікірлер мен фотокатализ принциптері сенімді дереккөздермен толық расталған. Кейбір ішкі*

			мәлімдемелер (мысалы, «N-TiO_2/GO жүйесінде заряд тасымалдаушылардың ыдырау тиімділігі артатыны») да басқа зерттеулермен салыстырылады (мысалы, жаңа алынған мақалаларға сілтемелер). Жалпы, автор негізгі қағидаларды әдебиеттермен бекіткен, тіпті қосымша дәйексөздер келтірген.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға ***жеткілікті***/жеткіліксіз.	*Диссертацияда пайдаланылған әдебиеттер тізімі жеткілікті және өзекті. Әдебиеттер тізімінің көлемі 135 атауды құрайды, бұл зерттеу тақырыбына қажетті іргелі және соңғы кездегі деректерді қамтиды. Тізімде 1995–2024 жж. аралығындағы жұмыстар бар, оның ішінде соңғы жылдардағы шолу мақалалары мен эксперименталды зерттеулер (мысалы, 2020–2024 жж. жарияланымдары) бар. Бұл әдеби шолу саланың кең ауқымды зерттеулерін қамтып, зерттеу нәтижелерін контекстпен салыстыруға мүмкіндік береді. Қорыта айтқанда, әдеби шолу жеткілікті және өзекті деп бағаланады.*
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	*Диссертацияның теориялық маңыздылығы нақты көрсетілген. Ең алдымен, Жұмыстың теориялық маңыздылығы бөлімінде Fe-допант пен N-TiO_2/GO гетероқұрылымдары заряд тасымалдағыштардың рекомбинация жылдамдығын төмендететіндігі және қайта қолдану кезінде белсенділіктің сақталатыны дәлелденген. Бұл*
		1) бар;	
		2) жоқ.	

			нәтижелер фотокатализ теориясына қосымша үлес болып табылады. Сонымен қатар, фотокаталитикалық реакциялардың схема-тұжырымдамалары ұсынылған (заряд тасымалдаушылардың бағыты, радикалдардың түзілу тізбегі), олар теориялық негіздегі маңызды мәліметтерді толықтырады. Осылайша, диссертация жаңа теориялық тұжырымдамалар ұсынады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	*Диссертацияның практикалық маңызы жоғары деп бағаланады. Әсіресе практикалық маңыздылық бөлімінде алынған фотокатализаторлардың көрінетін жарықта жоғары фотобелсенділігі олардың ластағыштарды тазартуда (ағынды және жерүсті сулардағы фармацевтикалық және бояғыш қоспаларды ыдыратуда) қолданылуына мүмкіндік беретіндігі айтылған. Сонымен қатар, зерттеуде анықталған оңтайлы синтез шарттары (мысалы, NH_2-MIL-125-ті 450 °C-та күйдіру) тиімді TiO_2-фотокатализаторларды өндіруде тәжірибелік нұсқаулық ретінде қолданылуы мүмкін. Яғни, жұмыстың нәтижелері экологиялық тазарту технологияларын әзірлеуге нақты үлес қосады.*
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	*Практикалық ұсыныстар өз алдына жаңа деп бағаланады. Диссертацияда алынған фотокатализаторларды алу бойынша*
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	

		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	*нақты ұсыныстар (мысалы, күйдіру температурасы, Fe^{3+} мен GO қосу мөлшері) бұрын бұл контексте жарияланбаған. Қорғауға шығарылатын негізгі қағидаларда олар нақты көрсетілген және тәжірибемен расталған. Мысалы, NH_2-MIL-125 күйдіру үшін 450 °C оптималды температура екені және 20 % GO ең жоғары фотобелсенділікті бергені алғаш рет дәлелденген тұжырымдар практикалық ұсыныстар ретінде жаңалық болып табылады.*
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: **1) жоғары;** 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	*Диссертацияның ғылыми мәтінінің жазылуы жоғары деңгейде. Ғылыми тіл таза, грамматикалық қателері жоқ деуге болады. Жұмыстың құрылымы талапқа сай: 104 бет, 75 сурет, 6 кестеден тұрады, пайдаланылған әдебиеттер саны – 135. Пайдаланылған әдістер нақты көрсетілген (сольвотермиялық синтез, РФА, СЭМ, ЭДС, БЭТ, спектроскопиялар және т.б. – барлығы дйссертацияда сипатталған), нәтижелер кестелер мен графиктер арқылы жүйелі баяндалған.*
11.	Диссертацияға ескертулер		*Диссертациялық жұмыс мазмұны жан-жақты және анық баяндалған, ғылыми дәлелдер жеткілікті. Сонымен қатар, келешекте алынған катализаторларды нақты ластағышты сумен немесе күн сәулесімен сынау сияқты қосымша зерттеулер пайдалы болар еді. Жалпы алғанда, жұмыстың сапасы жоғары,*

			айқын логика мен толық ғылыми негіздеме бар. *Төмендегі ұсыныстар «minor revision» деңгейіндегі (мазмұнды бұзбай, сапаны көтеретін) түзетулер ретінде берілді.* *- Қысқартулар тізімінде (CIP, CBZ, I0 т.б.) берілген терминдердің мәтінде қолданылуы 100% сәйкес болсын (бір рет "CIP", бір рет "ципрофлоксацин" - алғаш кездескен жерде жақшада бірге беріп, ары қарай бір стиль ұстанған дұрыс).* *- Chemical Bulletin of Kazakh National University мақаласына Molecules мақаласының DOI-ы қате қайталанып берілген.* *- Жақсы түсіну үшін кейбір суреттерді біріктірген дұрыс. Мысалы, (3.1 және 3.3) және 3.4 суреттерді бір графикке біріктіру.* *- Түймелердің орнына дұрыс масштабтау жолағын қолданған жөн (3.13 және 3.14 суреттер). SEM/ТЭМ суреттері үшін scale bar міндетті. Диссертация/журнал стилі үшін құралдың төменгі "overlay" мәтінін (10.0 kV, WD, magnification т.б.) кадрдан алып, осы параметрлерді сурет астындағы caption-ға көшіру оқылымдылықты арттырады.* *- Сурет атауларында бірізді стильді сақтаған дұрыс — қазір кейбірінде кирилл әріптері, ал кейбірінде ағылшын (латын) әріптері қолданылған.*

			- Кейбір иллюстрациялар мәтінде көрсетілмеген (мысалы, 2.1-суретке сілтеме жоқ).
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)		
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жалпы, диссертациялық жұмыс жоғары ғылыми деңгейді көрсетеді. Зерттеу мақсаттары нақты қойылып, олар толықтай орындалған. Автордың жеке үлесі анық көрсетілген, нәтижелер халықаралық беделді журналдарда жарияланған (мысалы, *Applied Surface Science* және *Molecules*, ҚазҰУ қазба академиялық журналында). Жұмыстың автор үлесі эксперименттер жүргізу және қорытындылар жасау барысында айқын көрінеді. Сондықтан мен Оразов Ж.К.-ның диссертациялық жұмысын жоғары бағалаймын.	*Ресми рецензенттің шешімі:* *1) философия докторы (PhD) дәрежесін беру;*

Ресми рецензенттер пікірлерінде келесі шешімдердің бірін көрсетеді:

1) философия докторы (PhD) дәрежесін беру;

2) диссертацияны пысықтауға жіберу (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайлардан басқа);

3) философия докторы (PhD) дәрежесін беруден бас тарту

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

Ресми рецензент:

ЧУ «National Laboratory Astana»

PhD, ғылыми қызметкер
(жұмыс орны, ғылыми дәрежесі)

(қолы)

Магазов Ерболат Нурланович
(Аты-жөні)

“National Laboratory Astana”
жеке мекемесі
Private Institution
“National Laboratory Astana”