«6D060600» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Жұмабай Фатима Мұхамбетжанқызының «Электрохимиялық поляризация арқылы кейбір d- және p-металдардың қосылыстарын алудың жаңа әдістерін жасау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшем шарттар	Өлшем шарттарға 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 АР 08856929 «Лак-бояу өнеркәсібінде пайдаланылатын бейорганикалық пигменттерді екіншілік металлургиялық шикізаттан алудың электрохимиялық әдістерін жасау» жобасының шеңберінде ҚР ҒжЖБМ қаржыландырған «Табиғи ресурстарды, оның ішінде су ресурстарын ұтымды пайдалану, геология, қайта өңдеу, жаңа материалдар мен технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар» приоритеті бойынша 2020-2022 жылдарда қаржыландырылумен әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-де жалпы және бейорганикалық химия кафедрасында жасалды.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға **елеулі үлесін қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Диссертациялық жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, бұл жұмыста, электрохимия саласында жаңа бағыт ретінде орын алып келе жатқан, стационарлы емес ток әсерімен жүргізілетін электролиздің қыр-сыры көрсетілген, демек, осы бағытта көптеген эксперименттер жасалған. Электрохимиядағы жаңа бағытты

			дамытуға арналған жұмыстар деп қарастырып, ғылымға қосатын үлесі елеулі деп ойлаймын. Жұмыс нәтижелері электрохимия саласындағы жаңа білім ретінде қарастырылады, осы саладағы ағымдағы түсініктерін кеңейтеді. Ол электрохимия ғылымына жаңа әдіс-тәсілдер енгізіп, кейінгі зерттеулерге негіз болады және технологияда нақты қолданыс тауып, химиялық индустрияның әлеуетін арттыруға ықпал етеді. Сонымен бірге, жұмысты рәсімдеу барысында ұсынылған әдістердің тиімділігі көрсетілген, олар бұрынғы белгілі әдістермен салыстырылған, жұмыстың маңыздылығы осылай ашылған.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: **1) жоғары;** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертациялық жұмысты орындау, тәжірибелерді өзі жасау және өзі жазу принципі сақталған. Таңдалған төрт металдың электрохимиялық қасиеттерін зерттеу барысында барлық экспериментті өзі орындаған, әрбір нәтижені интерпретациялап, рәсімдеген. Қорытындылар мен қағидаттарды логикалық түрде алынған нәтижелерге сүйеніп жазған. Өзі алған нәтижелерді жан-жақты талдаған, статистикалық өндеу арқылы ток бойынша шығымның дәлдігін, негізділігін анықтаған, бағалаған. Бұл жұмыс ғылымға қосылған жаңалықтар мен қорытындылардың сапасын көрсетіп қана қоймай, зерттеу әдістерінің дұрыстығын және олардың практикалық маңыздылығын да растайды. Жасалған зерттеулердің нәтижесі ғылыми мақалалар, баяндамалар, патенттер түрінде жарияланып, кең аудиторияға қолжетімді

			болғаны зерттеушінің өз еңбегін сапалы түрде жазғанының дәлелі бола алады.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	Бүгінгі таңда металдардың бейорганикалық қосылыстарына деген қажеттілік артып келеді, бұл оларды өндіру мен қолданудың өзекті мәселесі болуына әкеледі. Титан және темір секілді металдарды өндіру және олардың қалдықтарын қайта өңдеу, қоршаған ортаға зиян келтіретін жоғары температуралық өндіріс әдістерін қолдануды талап етеді, бұл экологиялық тепе-теңдікті бұзатын фактор болып табылады. Сондықтан металдарды экологиялық таза электрохимиялық әдістер арқылы өңдеу – экологиялық қауіпсіздікті сақтаумен қатар, экономикалық тиімділікті қамтамасыз етудің маңызды шарты. Ұсынылған диссертациялық жұмыс осы мәселелерді шешуге арналған жаңа технологиялық шешімдер ұсыну арқылы өзектілігін көрсетеді.
		1) негізделген;	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын толық айқындайды. Тақырыпта кейбір d- және p-металдар деп көрсетілген болса, зерттеуге, қажеттілікке қарай, титан, темір, мыс, қорғасын ретінде нақты өкілдер таңдалған. Қазақстанда осы металдардың өндірісі дамыған, бірақ олардың қалдықтарын өңдеу мәселесі толық шешілмеген және олардың қосылыстарын, реагенттер түрінде өндіру орын алмаған.
		1) айқындайды;	
		2) ішінара айқындайды;	
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Диссертацияда дәл тақырыпқа сәйкес мақсат қойылған және осы мақсатқа дәл келетін, төрт металдың, яғни титан, темір, мыс, қорғасынның электрохимиялық қасиеттерін стационарлы
		1) сәйкес келеді;	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	

			емес демек, айнымалы токтың әртүрлі әдіс-тәсілдерін қолданып зерттеу нақты жазылған.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертацияның барлық бөлімдері және олардың құрылымы өзара үйлесімді. Зерттеу жұмысының кіріспесінде тақырыптың өзектілігі және титан, темір, мыс, қорғасынның электрохимиялық қасиеттері талданып, олардың қосылыстарын алу әдістері баяндалған және олар сыни көзбен талданған. Ал келесі әдістемелік бөлімде әрбір металл үшін қолданған әдістер, оларды іске асыруға арналған қондырғылармен бірге сиапталған. Титан, темір, мыс, қорғасынға, әрқайсысына, бөлек тарау арналған, бірақ олардың ішкі байланысы қолданылған әдіспен байқалады. Барлық металдар айнымалы ток электролизімен және потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру әдісімен зерттеледі. Қорытынды осы барлық нәтижені біріктірген, нақты алынған нәтижелер сипатталған.
		1) толық байланысқан;	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Диссертацияда ұсынылған жаңа шешімдер, атап айтқанда, титанды айнымалы ток әсерімен күкіртқышқылды ерітіндіде еріту, бұрынғы белгілі әдіспен салыстырғанда, биполярлы электродты пайдалану және импульсті токты пайдалану кезінде жоғары ток бойынша шығыммен жүретіні көрсетілген. Сонымен бірге, титан диоксидін бұрынғы көп сатылы химиялық және пирометаллургиялық әдіспен алғанға қарағанда, аз стадиямен, жоғары температураны қолданбай, алу әдісі ұсынылып, оның тиімділігі көрсетілген. Титан электродтарында айнымалы токпен
		1) сыни талдау бар;	
		2) талдау ішінара жүргізілген;	
		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	

			поляризациялау кезіде кернеу өте төмен болатыны, осыған байланысты электр тогының шығыны азаятыны көрсетілген. Сол сияқты темір электродын зерттегенде, тек темір (II) иондарын, ары қарай тотыуға ұшырамай, түзілу мүмкінідігі айқын көрсетілген. Ал мысқа келетін болсақ, мыс (I) сульфиді мен мыс (I) иодидін бұрынғы әдістермен салыстырғанда, әлдеқандай тиімді жағдайларда алу әдістері ұсынылған, бұрыннан белгілі, дәлелденген шешімдермен салыстырылған және сыни талдау жасалған.
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).	Ғылыми нәтижелер мен ережелер толығымен жаңа. Алғаш рет, әдетте пассивацияға ұшырайтын титан электродының сулы қышқылды ерітінділерде айнымалы ток әсерімен биполярлы электродтарды пайдаланғанда, титан (III) иондарын түзе, өздігінен еритіні анықталған. Сонымен бірге катодты импульсті токпен поляризациялаудан кейін титан бетінде оксидтердің түзілуі орын алмайтыны, титанның, электр теріс металл ретінде, өздігінен еруі алғаш рет анықталды. Нәтижесінде құрамында титан (III) иондары бар, титанның басқа қосылыстарын алуда бастапқы реагенттер ретінде қолданылатын ерітінділер түзіледі. Айнымалы ток әсерімен биполярлы электродтарды қолданғанда, әдетте күкіртқышқылды ортада және анодтық поляризация кезінде пассивацияға ұшырайтын қорғасынның иондар (Pb^{2+}) түзе еритіні анықталды, бұл кезде қорғасынның

			массасының азаюы, монополярлы электродтарға қарағанда, 2,4 есе жоғары екені анықталды. Осының нәтижесінде қорғасын (II) сульфатын алу әдісі жасалды Алғаш рет өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен оның екі жартылай периодын пайдаланып, поляризациялау кезінде темір тек екі валентті иондар түзе еритіні көрсетілді. Көрінетін ток бойынша шығым бұл кезде 170-180% құрады, демек, темірдің еруі екі есе жылдамырақ болды, қосымша тәжірибелер нәтижесінде темір (III) сульфатын алу әдісі жасалды. Сонымен бірге тотықтырғаш ретінде қорғасын диоксидінің ұнтақтарын пайдаланып, темір (II) иондарын темір (III) иондарына дейін тотықтыруға болатыны көрсетілді Сулы қышқыл ерітінділердегі мыс (II) иондарының титан (III) сульфатымен тотықсыздану процесін зерттеу нәтижесінде, алғаш рет аса белсенді, реакцияға түсу қабілеті жоғары элементті мыс түзілетіні көрсетілді. Алғаш рет жаңадан түзілген мыстың натрий тиосульфатымен және иодпен әрекеттесу нәтижесінде, әдетте бірнеше сатымен, агрессивті реагенттерді пайдалана отырып, жоғары температураларда алынатын мыс (I) сульфиді мен мыс (I) иодиді түзілетіні анықталды. .
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1**) толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	Диссертацияның қорытындылары жаңа. Эксперименттер толығымен жаңадан жасалған және солардың нәтижелері қойылған

		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	міндеттерге сай қорытындылар түрінде келтірілген
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Диссертациялық жұмыста ұсынылған техникалық, технологиялық және экономикалық шешімдер ғылыми тұрғыда негізделіп, жаңашылдығымен ерекшеленеді. Атап айтқанда, айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта қолдануға мүмкіндік беретін қондырғының схемасының ұсынылуы, биполярлы электродтарды пайдалана отырып, эдектрохимиялық поляризациялау әдісімен титан, темір, мыс, қорғасын қосылыстарын алудың электрохимиялық әдістерін жасауға бағытталған жаңаша әдіс ұсынылған. Бұл әдістер арзан және қолжетімді өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу арқылы экологиялық қауіпсіздікті сақтап, экономикалық тиімділікке қол жеткізуге бағытталған. Зерттеу нәтижелері жасыл экономика мен қалдықтарды басқару салаларындағы ұлттық стратегияларды тиімді іске асырудың құралы ретінде ұсынылады. Ұсынылған әдістер патенттермен қорғалған
		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).	Диссертацияда келтірілген барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген. Неізгі әдіс айнымалы ток әсерімен жүргізілген электолиз сенімді қондырғыларда іске асырылған. Тәжірибелер бірнеше рет қайталанып, статистикалық өндеулер арқылы расталып, дәлелденген. Жүретін процестерде жүйеге жіберілетін ток синусоиалды болғандықтан, ол, өз бағытын жиі өзгертуіне байланысты, анодтық және катодтық жартылай

			периодтардың жиі ауысуына сәйкес орын алатын реакциялар көрсетілген. Осыны дәлелдеу үшін циклді поляризациялық қисықтар түсірілген және олар арқылы процестер түсіндірілген. Сонымен қатар түзілген қосылыстарды идентфикациялау, талдаудың заманауи физика-химиялық әдістерімен әске асырылған.
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**	Қорғауға шығарылған ережелер (қағидаттар): 1 Ереже: 7.1.Алғаш рет айнымалы ток әсерімен биполярлы электродтарды пайдаланып және катодты импульсті токпен поляризациялау арқылы,, күкірт қышқылының әсеріне төзімді және анодтық поляризациялауда пассивті болып келетін, титан мен қорғасынның, сәйкесінше Ti^{3+} және Pb^{2+} түзе еруі, соңынан олардың қосылыстарын синтездеу әдістері ұсынылып, бұл процестің негізгі электрохимиялық сипаттамалары зертханалық жағдайда нақты дәлелденген. Поляризациялық қисықтарды сипаттауамен қатар, бірнеше мәрте электролиз жүргізіп, нәтижесінде түзілген ерітінділерді талдаумен, ерітінді түсінің өзгеруін бақылаумен, түзілген қосылыстарды ренгенофазалық әдістермен талдау арқылы, электрондық микроскопия арқылы дәлелденген. 7.2 Тривиалды емес. Айнымалы ток әсерімен биполярлы электродтарды пайдаланып және катодты импульсті токпен поляризациялау арқылы күкірт қышқылының әсеріне төзімді

		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.	және анодтық поляризациялауда пассивті болып келетін титан мен қорғасынның, сәйкесінше Ti^{3+} және Pb^{2+} түзе еруі бұрын қарастырыллмаған. Ерітіндідегі мыс иондарын титан (III) иондарымен аса белсенді, реакцияға қабілетті күйге жеткізіп, одан мыс қосылыстарын оңай жолмен алу бұрын орындалмаған. 7.3 Жаңа. Айнымалы ток әсерімен биполярлы электродтарды пайдаланып және катодты импульсті токпен поляризациялау арқылы күкірт қышқылының әсеріне төзімді және анодтық поляризациялауда пассивті болып келетін титан мен қорғасынның, сәйкесінше Ti^{3+} және Pb^{2+} түзе еруі алғаш рет зерттелген және алғаш рет еру заңдылықтары айқындалған. 7.4 Нәтижелерді және алынған қосылыстарды қолдану аумағы кең. Титан және қорғасын қосылыстары техниканың және өнеркәсіптің салаларында өте жиі және кеңінен пайдаланылады. 7.5.Тәжірибелер соңында алынған нәтижелер өңделіп, мақалаларда дәлелденген. Титанның және қорғасынның қасиеттерін зерттеу барысында алынған нәтижелер 1 Scopus дерекқорындағы «Open Chemistry» (Q2, 43,9%) халықаралық журналында, ҚР ҒЖБМ мақұлдаған рецензияланған журналда жарияланған мақалаларда, 1 Еуразиялық патент және 2 ҚР пайдалы модель патенттерімен расталған. Диссертанттың авторлық бірлестікте жазған монографиясында да келтірілген.

			2 Ереже 7.1 Темірді айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта пайдалану үшін арнайы қондырғы жасалған. Эксперименттер бәрнеше мәрте қайталанған. Осы тәжірибелер арқылы темір электродының сулы қышқылды ерітінділерде темір (II) иондарының түзе, жоғары ток бойынша шығыммен еритіні көрсетілген. Нәтижелер поляризациялық қисықтарды түсіру және талдау арқылы, сыртқы өзгерістерді бақылау арқылы, ерітіндінің түсінің өзгеруімен, ерітіндіні талдаумен, рентгенофазалық әдіспен, электрондық микроскопия әдісімен дәлелденген. 7.2 Тривиалды емес. Темірді айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта пайдалану үшін арнайы қондырғы жасап, сулы қышқылды ерітінділерде темір (II) иондарын түзе, жоғары ток бойынша шығыммен еритіні бұрын жасалмаған. 7.3 Жаңа. Алғаш рет айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта пайдалану үшін арнайы қондырғы жасалып, темір электродының сулы қышқылды ерітінділерде темір (II) иондарының түзе, жоғары ток бойынша шығыммен еритіні көрсетілген. 7.4 Қолдану ауқымы кең Темір және оның қосылыстары әрқашан кеңінен қоланылады. Ал ұсынылап отырған әдіс, өзінің қарапайымдылығымен және және

			қол жетімділігімен қолданысқа енуі әбден мүмкін. 7.5 Келтірілген нәтижелер, олардың сипаттамалары, қорытындылары ҚР ҒЖБМ мақұлдаған рецензияланған журналдарда, патенттерде дәлелденген. 3 Ереже 7.1 Мыс электродын айнымалы ток әсерімен сулы бейтарап ерітінділерде мыс (II) оксидінің түзе еритіні, мыс иондарын титан (III) қатысында тотықсыздандырғанда, аса белсенді элементтік мыстың түзілу жағдайлары және оның йодпен, тиосульфатпен мыс (I) иодиді мен мыс (I) сульфидін түзе отырып, әрекеттесу реакциялары толық, егжей-тегжейлі жүргізіліп, тексеріліп, дәлелденген. Ал түзілген қосылыстардың құрамы рентгенфазалық, рентгеноофлуоресцентік әдістермен, электрондық микроскопия әдісімен расталған. 7.2 Тривиалды емес. Мыс электродын айнымалы ток әсерімен сулы бейтарап ерітінділерде мыс (II) оксидінің түзе еріту, мыс иондарын титан (III) қатысында тотықсыздандырғанда аса белсенді элементтік мыстың түзілуі, оның йодпен, тиосульфатпен мыс (I) иодиді мен мыс (I) сульфидін түзе отырып, әрекеттесу реакциялары бұрын жасалмаған және анықталмаған 7.3 Жаңа. Мыс электродының айнымалы ток әсерімен сулы бейтарап ерітінділерде мыс (II) оксидінің түзе еритіні, мыс иондарын титан (III)

			қатысында тотықсыздандырғанда аса белсенді элементтік мыстың түзілу жағдайлары және оның йодпен, тиосульфатпен мыс (I) иодиді мен мыс (I) сульфидін түзе отырып, әрекеттесу реакциялары алғаш рет жасалған және алғаш рет айқындалған. 7.4 Қолдану ауқымы кең. Мыстың өзі де, оның қосылыстары да, олардың арасында, диссертант ұсынып отырған мыс қосылыстары да кеңінен қолданысқа ие. Ал ұсынылып отырған әдістер қарапайымдылығына байланысты, қолдануға кеңінен енгілізуге әбден лайық. 7.5 Мыстың электрохимиялық қасиеттерін нейтрал ортада зерттеуге бағытталған, қосылыстар алу туралы деректер және орындалған зерттеулердің нәтижелері Scopus базасындағы «Portugaliae Electrochimica Acta» журналындағы 1 мақала, ҚР БҒССҚК ұсынған журналдағы мақала, сонымен қатар, 1 Қазақстан Республикасының өнертабысқа патенті, пайдалы модельге 1 патентімен дәлелденген.
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Диссертант ғылыми зерттеуді жүргізуде әдіснаманы дұрыс таңдаған. Диссертациялық жұмыстың мақсатына және міндеттеріне сай электролиз жүргізу әдісі стационарлы емес токтарды пайдалануға негізделген, оның арасында синусоидалды айнымалы ток және катодты импульсті токты пайдаланған. Осы зерттеулерді жүргізу барысында қолданылған қондырғылар нақты және түсінікті сипатталған
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	**1) ия;**	
		2) жоқ.	

			және орынды пайдаланылған. Оларды қолдану барысында тиімді шешімдер шығарылған және ток бойынша шығымды да арттыру арқылы процестердің тиімді болуын көздеген және соған қол жеткізген.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Ұсынылып отырған диссертациялық жұмыста потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар (вольтамперограммалар) түсіруде электродтық кеңістіктері бөлінген, термостатталған үш электродтық ұяшықта «AutolabPGSTAT 302N» потенциостатының көмегімен, дербес компьютерде орнатылған IRS2000 бағдарламасының көмегімен тіркелді, ал бірқатары «CorrTest Electrochemical Workstation» потенциостатында және Lenovo V14-IGL-ге орнатылған бағдарлама арқылы алынды, Зерттеулер нәтижесінде алынған қосылыстардың элементтік құрамы JSM 6610 LV (JEOL, Жапония) сканерлеуші электронды микроскопта орнатылған INCA Energy 450 энергия-дисперсиялық микроанализ жүйесінде энергия-дисперсиялық рентгендік флуоресценциялық спектроскопияны пайдалана отырып анықталды. Металдардың электрохимиялық еруі кезінде алынған ток бойынша шығымның мәндері бойынша Python программалау тілінде командаларын қолдану арқылы стандартты ауытқулар мен сенімділік интервалды есептеуге арналған программалық код құрып анықтаған. Алынған нәтижелерді сараптау және графикалық түрде көрсетіу үшін Origin бағдарламасы пайдаланылған.
		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):	Диссертацияда қорғауға шығарылған қағидаттар, осыларға тән жасалған эксперименттермен расталған. Эксперименттер түрлі әдістерді, оның арасында, жаңа әдіс болып табылатын, айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта пайдалану, осы стационарлы емес токтпен электролиз жүргізу барысында биполярлы электродтарды пайдалануу арқылы процестің тиімділігін арттыру сияқты орындалған зерттеулермен дәлелденген. Алынған қосылыстарды идентификациялау заманауи физика-химиялық әдістермен жүргізілген. Сындай жан-жақты жүйелі түрде жүргізілген эксперименттердің нәтижелері теориялық қорытындыларды, титан, мыс, темір, қорғасынның элеткрохимиялық қасиеттерін түсіндіруге әкелеген.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен **расталған** / ішінара расталған / расталмаған.	Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған. Дереккөздерге сілтемелер орынды берілген, соңғы жаңа, олардың арасында шетелдік басылымдарға, сонымен бірге өз еңбектеріне сілтемелер келтірілген.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға **жеткілікті**/жеткіліксіз.	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 182 әдебиет көзін құрайды және олар диссертация тақырыбын, өзектілігін ашуға жеткілікті.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы бар – өндірісте және техникада кеңінен қолданылатын және Қазақстан Республикасында өндірілетін титан, темір, мыс, қорғасынның қалдықтарын өндеу, олардан тиісті қосылыстарды тиімді жолдармен алу,
		1) бар;	
		2) жоқ.	

			электрохимия саласындағы және бейорганикалық заттар технология саласындағы теориялық мәліметтерді байыта түседі, білім аумағын кеңейте түседі. Осы металдардың электрохимиясын толықтыра түседі. Айнымалы токпен электролиз жүргізу мүмкіндігін зерттеу барысында алынған мәліметтер титан, мыс, темір және қорғасынның сулы ерітінділердегі электрохимиялық қасиеттерін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Дәлірек айтқанда, титанның және қорғасынның, әдеттегі жағдайларда, күкіртқышқылды ерітінділерде пассивацияға ұшырайтыны жөнінде баяндалған және оларды бөлме температурасында еріту әдістерінің ғылыми негіздері жасалған. Бұл ғылыми деректер мен білімдер электрохимияның негізгі түсініктерін кеңейтіп, болашақтағы зерттеулер үшін пайдасын келтіретіні анық.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: **1) ия;** 2) жоқ.	Диссертацияның практикалық маңызы айқын және нақты көрсетілген. Біріншіден, айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта қолдануға мүмкіндік беретін қондырғының схемасының ұсынылуы жаңалық болып табылады. Бұл әдістеме өнеркәсіптік процестерді оңтайландыруда маңызды рөл атқаруы мүмкін. Екіншіден, биполярлы электродтарды пайдалану көрсетілген, бұл электролиз процесінің тиімділігін арттыруға септігін тигізеді. Үшіншіден, титан электродтарын поляризациялау арқылы әртүрлі химиялық қосылыстарды алу мүмкіндігінің

			көрсетілуі, өндіріс үшін жаңа мүмкіндіктер тудыруы ықтимал. Темір электродының еруін қарқындату әдісінің ұсынылуы және химиялық қосылыстарды алу әдістерінің жасалуын ерекше атап өткен жөн. Мыс (I) иодиді мен сульфидін, қорғасын (II) сульфатын алу жолдары техниканың және өнеркәсіптің әртүрлі салаларындағы қолданбалы зерттеулер мен өндірістік процестерге айтарлықтай үлес қосуы мүмкін.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? **1) толығымен жаңа;** 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыстың практикалық ұсыныстары жаңа және өзекті болып табылады. Айнымалы токтың екі жартылай периодын бір уақытта пайдалануға мүмкіндік беретін қондырғы схемасының алғаш рет ұсынылуы, сондай-ақ электролиз кезінде биполярлы электродтарды пайдаланудың тиімділігінің алғаш рет көрсетілуі бұл жұмыстың жаңашылдығын көрсетеді. Сонымен қатар, айнымалы ток әсерімен титан, мыс, темір, қорғасын сияқты элементтердің қосылыстарын алу әдістерінің жасалуы, осы тәсілдердің өндірісте қолданылуына мүмкіндік береді. Бұл жаңалықтар патенттермен қорғалған және техника мен өнеркәсіп салаларында кеңінен қолдануға бағытталған инновациялық шешімдер болып табылады.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: **1) жоғары;** 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Ф.М.Жұмабайдың диссертациялық жұмысы жоғары деңгейдегі ғылыми-техникалық тілде жазылған. Жұмыстың мазмұны терең және күрделі ұғымдар арқылы, нақты, әрі түсінікті жолмен баяндалған. Диссертацияның құрылымы логикалық және оқырманға

			ыңғайлы түрде ұйымдастырылған, бұл оның ақпараттық құндылығын арттырады. Академиялық талаптарға толық сәйкес келетін бұл жұмыс барынша дәлдікпен рәсімделген.
11.	Диссертацияға ескертулер	*1. 3.6-сурет, 65-беттегі титан диоксидінің рентгенограммасына қатысты: Диссертацияның 65-бетіндегі 3.6-суретте алынған титан диоксидінің рентгенограммасы анафазалық титан оксиді ретінде талқыланғанымен, бұл тұжырымды растайтын әдебиет көздері немесе титан оксидінің PDF картасының нөмірі көрсетілмеген. Аталған рентгенограмманың титан оксидіне тиесілі екендігін дәлелдеу үшін сілтемелердің немесе PDF картасы нөмірінің болмауы методологиялық кемшілік болып табылады, себебі осы рентгенограммада да пиктердің нақты 2θ бұрыштарынан шамамен 5-10 градусқа ауытқуы байқалады. Бұл ауытқулардың себебін анықтап, дәлдігін тексеру маңызды.* *2. 72-беттегі "Титанды ерітіп, оның қосылысын алуға жұмсалатын қаржыны есептеу" тарауы бойынша:* *Диссертацияның 72-бетіндегі "3.4 Титанды ерітіп, оның қосылысын алуға жұмсалатын қаржыны есептеу" тарауында бірқатар кемшіліктер бар. Электр тогының шығынын есептеу үшін қолданылған, нөмірі көрсетілмеген теңдеудің дереккөзі немесе сілтемесі жоқ. Сонымен қатар, есептеулерде өлшем бірліктері толық көрсетілмеген; уақыт бірлігі ретінде кейде грамм, кейде килограмм, кейде тонна қолданылған, бұл түсініксіздік тудырады. Бір килограмм титан сынығын ерітуге жұмсалатын электр энергиясының шығыны 0,55 теңгеден айтарлықтай көп болуы тиіс. Осыған байланысты, есептеулерді қайта тексеріп, түзету қажет. Сондай-ақ, титан сынығы мен күкірт қышқылының бағаларының дереккөздері көрсетілмеген, және бір килограмм титан сынығын ерітуге кететін қышқыл мөлшерінің шығыны көрсетілмеген.* *3. 4.16-сурет, 89-90-беттердегі темір сульфаттарының рентгенограммасына қатысты:* *Диссертацияның 89-90-беттеріндегі 4.16-суретте, "4.3 Темір сульфаттарын алу" бөлімінде алынған темір сульфатының рентгенограммасы талқылауда темір сульфаты ретінде көрсетілгенімен, бұл тұжырымды растайтын әдебиет көздері немесе PDF картасының нөмірі көрсетілмеген. Аталған рентгенограмманың темір сульфатына тиесілі екендігін дәлелдеу үшін сілтемелердің немесе PDF картасы нөмірінің болмауы методологиялық кемшілік болып табылады. Темір сульфатты рентгенограммасын тексеру қажет, себебі осы рентгенограммада да пиктердің нақты 2θ бұрыштарынан шамамен 5-*	

		10 градусқа ауытқуы байқалады. Бұл ауытқулардың себебін анықтап, дәлдігін тексеру маңызды. *4. Мыс(I) йодиді мен қорғасын сульфатының рентгенограммалары бойынша:* *Мыс(I) йодидінің рентгенограммасында да жоғарыда айтылған проблема қайталанады, немесе 2θ бұрыштары 10 градусқа ығысқан болуы мүмкін. Қорғасын сульфатының рентгенограммасын да тексеру қажет, себебі осы рентгенограммада да пиктердің 2θ бұрыштарынан шамамен 5 градусқа ауытқуы байқалады. Бұл ауытқулардың себебін анықтап, дәлдігін тексеру маңызды.* *5. Диссертациялық жұмыста әрбір таңдалған металл үшін, демек, титан, мыс, қорғасын, темір үшін циклді поляризациялық қисықтар түсіріліп, келтірілген. Бірақ оларды қазіргі заманның зерттеулеріне сай өндеу әдістері қолданылмаған. Мысалы, Тафель әдісі бойынша, коррозиялық ток, коррозиялық потенциал, Тафель коэффициенті сияқты деректер артық болмас еді.* *6. Әрбір металдың электролизі кезінде ерітіндіге өткен иондар туралы айтылады. Дегенмен, химиялық анализ нәтижелері келтірілмеген. Мысалы, 58 бетте титан (III) иондарының түзілуі жөнінде деректер бар, бірақ химиялық анализ нәтижелері келтірілмеген.* *7. 60 бетте 3.4 суретте екі титан электродының арасындағы кернеу ток тығыздығы артқан сайын артатыны көрсетілген. Бірақ бұл көрсеткші ары қарай да арта бере ме? Осы бойынша да түсініктемел жоқ.* 8. *Жұмыста қолданылған ғылыми терминдер мен тұжырымдар негізінен дұрыс берілген, дегенмен жекелеген бөлімдерде қысқаша анықтама берілсе, мәтін мазмұнын қабылдау жеңілдей түсер еді (мысалы, «биполярлы электрод», «айнымалы токтың екі жартылай периоды» ұғымдарына қатысты.*
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)	Мақалалардың ғылыми деңгейі жоғары, зерттеу тақырыбын және диссертация мазмұнын толық айқындайды. Ұсынылған жаңалықтар патенттермен қолғалған. Жарияланған еңбектер саны 25, 1 монография, Scopus және Web of Science базасына енгізілген сілтемелендіру индексі бар журналдарда (процентиль 43,6%, Q2) және (процентиль 27%, Q4) 2 мақала, ҚР БҒССҚК ұсынған журналдарда 4 мақала, Халықаралық ғылыми-практикалық журналда 1 мақала, Отандық және шетелдік халықаралық ғылыми конференцияларда 10 мақала және тезистер жарияланған, 1 Еуразиялық патент, 1 Қазақстан Республикасының өнертабысқа патенті, ҚР пайдалы моделіне 5 патент алынған.

13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Ф.М. Жұмабайдың қорғауға ұсынылып отырған диссертациялық жұмысы қойылған талаптарға сай деп есептеймін, қазақша анық, түсінікті тілде жазылған, ғылыми терминдер дұрыс қолданылған, бөлімдердің бір-бірімен байланысы бар, мазмұны тақырыбына сәйкес келіп тұр, ғылыми жаңалыққа ие, практикалық маңызы бар, ұсынылған әдістер патенттермен қорғалған, тақырыптың өзектілігі де айқын көрінеді. Қойылған сұрақтар мен ескертулер диссертациялық жұмысқа теориялық жағынан да, практикалық жағынан да ешқандай нұқсан келтірмейді, осыған орай, бұл диссертант «6D060600» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне лайық деп есептеймін. **Ресми рецензенттің шешімі:** Жұмабай Фатима Мұхамбетжанқызына «6D060600» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесі берілсін.

Ресми рецензент:

PhD, «National Laboratory Astana» жеке мекемесінің ғылыми қызметкері

(жұмыс орны, ғылыми дәрежесі)

ҚҰЖАТТАР ҮШІН / ДЛЯ ДОКУМЕНТОВ

(қолы)

Татыкаев Б.Б.

(Аты-жөні)