

«6D060600 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін іздену үшін ұсынылған Таттибаева Жадра Аширхановнаның «Суды сазды тасымалдаушыларда иммобилизацияланған микроағзалар жасушаларының көмегімен Cr (III) және Cr (VI) иондарынан сорбциялық тазарту» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің

СЫН-ПІКІРІ

р/н №	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	<p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) <u>Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған</u> (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі);</p> <p>2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы)</p> <p>3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)</p>	<p>Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын нысаналы бағдарламаның аясында орындалған.</p> <p>Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрлігі қаржыландырған "BR05236419 – Жоғары эффективті кең спектрлі практикалық қолданыс мүмкіндігі бар функционалданған органикалық заттар мен материалдарды құру" ғылыми бағдарлама шеңберінде орындалды (2018-2021 ж.ж.).</p>
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы ашылған/ашылмаған.	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, себебі жұмыста алғаш рет химия, биология және биотехнология салаларының нысандары мен терминдерін қолдану арқылы Cr (III) және Cr (VI) иондарының балдыр жасушалары бетіндегі адсорбциясы кешенді түрде қарастырылған: металл иондарының күйі, жасушалардың беттік, көлемдік сипаттамалары бойынша адсорбция жағдайлары оңтайландырылған, адсорбция үрдісінің термодинамикалық және кинетикалық параметрлері анықталған. Сонымен қатар биосорбенттердің судан бөлінуін жеңілдету үшін алғаш рет хитозанмен өңделген цеолит бетіне балдыр жасушалары

			иммобилизацияланған. Жұмыстың маңыздылығы ашылған, жұмыс нәтижелері суды тазалаумен айналысатын мекемелерде қолданыс табуы мүмкін.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған	Ізденушінің жұмысты өзі жазу деңгейі жоғары, ол тақырып бойынша әдебиеттерге шолу, соған сай эксперименттік жұмыс жасаған, алынған нәтижелерді талдап, әлемдік әдебиеттермен салыстыра отырып талқылаған. Жұмысты жазу және алынған нәтижелерді талқылау сапасы диссертанттың өзі жазу деңгейінің жоғарылығын көрсетеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертациялық жұмыстың өзектілігі экономикалық және экологиялық талаптарға сай, өндіріс суларын Cr (III) және Cr (VI) иондарынан тазартатын және регенерациядан кейін сорбциялық қасиетін жоғалтпайтын, практикалық қолдану тиімділігі жоғары биосорбенттер алуға негізделген.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) айқындайды; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды	Диссертация мазмұны оның тақырыбын толық айқындайды, себебі жұмыстың барлық бөлімдері хром иондарының адсорбциясының ерекшелігін жан-жақты зерттеп, оларды судан бөліп алуға арналған. Сонымен қатар ұсынылған биосорбенттердің дәстүрлі сорбенттермен салыстырғандағы ұтымдылығы негізделген.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді	Жұмыстың мақсаты диссертация тақырыбына сәйкес келеді, ол - суды хром қосылыстарынан тазалау үшін Cr (III) және Cr (VI) иондарының балдыр жасушалары бетіндегі адсорбциясының орта рН-на, температураға, тұздың концентрациясына, сорбат-сорбенттің жанасу уақытына, балдыр жасушалары бетінің дзета-потенциалына тәуелдігін анықтау. Осы мақсатқа жету үшін қойылған міндеттер бойынша қол жеткізілген нәтижелер мен диссертацияның тақырыбы сәйкес келеді.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ	Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан. Әдебиеттерді шолу негізінде жұмыстың мақсаты мен міндеттері қойылған. Тәжірибелік бөлімде келтірілген әдістемелер осы мақсатқа қол жеткізуге бағытталған. Жұмыс нәтижелері мен қорытындысы Cr (III) және Cr (VI) иондарының <i>Chlorella vulgaris</i> және <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясын зерттеп, алынған нәтижелерді заманауи адсорбция модельдері шеңберінде қарастыру.

		<p>4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>сыни талдау</u> бар; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген 	<p>Автор ұсынған жаңа шешімдер диссертацияда келтірілген және жарияланған мақалалардағы мәліметтер мен олардың талқылануы негізінде дәлелденген. Алынған жаңа сорбенттердің және әдебиеттегі сорбенттердің адсорбциялық сипаттамаларына салыстырмалы түрде сыни талдау жүргізілген және бағаланған.</p>
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	<p>5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) 	<p>Ғылыми нәтижелер толығымен жаңа, олардың жаңалығы жарияланған ғылыми мақалаларымен дәлелденеді. Жұмыста алғаш рет балдыр жасушалары негізінде суды хром иондарынан тазартатын композитті биосорбенттер алынды. Cr (III) және Cr (VI) иондарының <i>Chlorella vulgaris</i> және <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясының термодинамикалық және кинетикалық параметрлері есептелді. Оларды талқылау барысында сорбенттерің биологиялық табиғатының әсері есепке алынып, балдыр суспензияларында хром иондары қатысында адсорбциямен қатар коагуляциялық үрдістер жүретіндігі анықталды.</p>
		<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) 	<p>Диссертацияның қорытындылары толығымен жаңа. Cr (III) және Cr (VI) иондарының балдыр жасушалары-хитозан-цеолит сорбенті бетіндегі адсорбциясының оңтайлы режимдері алғаш рет анықталған. Биосорбенттердің бетінде жүретін таңдамалы адсорбция/ десорбция, регенерация, коагуляция, оларға хром иондарының токсикалық әсері жан-жақты зерттеліп, осы саладағы заманауи әдебиеттер көмегімен негізделді.</p>
		<p>5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) 	<p>Практикалық қолданылу мүмкіндігі мен эффективтілігі жоғары, регенерациялағанда сорбциялық қабілетін жоғалтпайтын, табиғатқа зиянсыз өңделетін биокомпозитті сорбенттер алынған және бұл сорбенттер технологиялық, экономикалық және экологиялық жағынан тиімді әрі жаңа болып табылады.</p>

6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде <u>негізделген/негізделмеген</u> (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	Барлық қорытындылардың ғылыми тұрғыдан дәлелденуі негізделген, алынған нәтижелер ҚР ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынылған басылымдарда жарияланған 3 мақалада және халықаралық Scopus базасына кіретін журналдарда шыққан 2 мақалада негізделген және дәлелденген.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	<p>Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>1-қағидат</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) <u>жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>2-қағидат</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p>	<p>1-қағидат – Хром иондарының балдыр жасушалары бетіндегі адсорбциясы жүргізіліп, нәтижелері Ленгмюр, Фрейндлих, Дубинин-Радушкевич және Темкин адсорбция модельдері шеңберінде өңделген. Адсорбция процесі үшін оңтайлы шарттар анықталған. Адсорбция механизмі ковалентті емес электростатикалық әрекеттесулермен анықталатындығы негізделіп, жасуша бетінің функционал топтары мен адсорбцияланатын иондардың арасында ион алмасу, тотығу-тотықсыздану процестері және донорлық-акцепторлық әрекеттесулердің болатыны бірнеше әдістермен дәлелденген. Қағидат <u>тривиалды емес, жаңа және қолдану деңгейі кең</u>. Зерттеу нәтижелері Scopus базасына кіретін <i>Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Heliyon</i> және <i>КАНАК</i> журналдарында жарияланған мақалалармен <u>дәлелденген</u>.</p> <p>2-қағидат - Бұл қағидат бойынша адсорбция процесінің кинетикалық және термодинамикалық нәтижелері алынған. Cr (III) иондарының <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясы экзотермиялық, ал Cr (VI) иондарының <i>Chlorella Vulgaris ZBSI</i> балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясы эндотермиялық екендігін анықталған. Бұл жағдайды адсорбцияланатын иондардың заряды және ортаның рН-ымен тығыз байланыстырған. Кинетикалық</p>

	<p>2) <u>жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>3-қағидат</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) <u>жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>4-қағидат</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p>	<p>реттілік және бөлшекшілік диффузия коэффициенттері есептеліп, Елович модельдерімен сипатталған.</p> <p>Қағидат <u>тривиалды емес, жаңа және қолдану деңгейі кең.</u> Зерттеу нәтижелері <i>Eastern-European Journal of Enterprise Technologies және Heliyon</i> журналдарында шыққан мақалалармен <u>дәлелденген.</u></p> <p>3-қағидат - Хром иондарының балдыр жасушаларына уыттылық әсері зерттелген. Cr (III) иондарының 10^{-3} моль/л концентрациясы <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларына уыттылық әсерге қарсы тұру қабілетін беретіні, ал Cr (VI) иондарының токсикалық әсері жасушаның қорғаныс және гидратталған микроортасына едәуір нұқсан келтіретіні анықталған. Оны Cr (VI) иондары концентрациясының 10^{-5} моль/л-ден 10^{-1} моль/л-ге дейін жоғарылауы жасушалардың өсуін тежейтіндігімен түсіндірген. Бұл Cr (VI) иондарының балдыр жасушаларына токсикалық әсерінің дәлілі.</p> <p>Қағидат <u>тривиалды емес, жаңа және қолдану деңгейі кең.</u> Зерттеу нәтижелері <i>Eastern-European Journal of Enterprise Technologies</i> журналында жарияланған мақалада және халықаралық конференциялар материалдарында <u>дәлелденген.</u></p> <p>4-қағидат – Төмен концентрациялы Cr (III) иондарының <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясы олардың суспензияларының коагуляциясына апаратындығы анықталған. Бұл процес ҚЭҚ теорияларымен түсіндірілген. Алайда, Cr (III) тұзының концентрациясы 10^{-1} моль/л-ге жеткенде коагуляция жасуша бетінің көп зарядты Cr (III) иондарымен қайта зарядталуына байланысты тұрақтануға ауысатыны көрсетілген.</p>
--	--	---

	<p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) <u>жок</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жок</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жок</p> <p>5-қағидат</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) <u>жок</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жок</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жок</p>	<p>Қағидат <u>тривиалды емес, жаңа және қолдану деңгейі кең</u>. Зерттеу нәтижелері <i>Eastern-European Journal of Enterprise Technologies</i> журналында жарияланған мақалада және халықаралық конференциялар материалдарында <u>дәлелденген</u>.</p> <p>5-қағидат – Cr (III), Cr (VI) иондарының балдыр жасушалары бетінде адсорбциясымен қатар десорбциясы да жүреді, ең қолайлы элюент ретінде 0,1 моль/л HCl және 0,1 моль/л NaOH ерітінділері қолданылған. Биосорбенттердің 5 рет регенерациясынан кейін де, олардың хром иондарын ерітіндіден бөлу дәрежесі 68 – 70 % құрайтындығын анықталған. Бұл сорбенттердің тұрақтылығын және оларды қайта пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. Қағидат <u>тривиалды емес, жаңа және қолдану деңгейі кең</u>. Қағидат <i>Heliyon</i> журналында шыққан мақаламен <u>дәлелденген</u>.</p> <p>Диссертация бойынша келесі ескертпелер бар:</p> <p>1) Балдырлар жасушаларымен қатар олардың тасушысы болған цеолит те адсорбцияға өз үлесін қосуы мүмкін, бұл жайт есепке алынбаған;</p> <p>2) Cr (VI) иондарының балдыр жасушаларына токсикалық әсерін олардың рұқсат етілген концентрациясымен байланыста талқылау дұрыс болар еді;</p> <p>3) <i>Chlorella vulgaris</i> және <i>Spirulina platensis</i> балдыр жасушаларының химиялық құрамы туралы сандық мәліметтер болса, олардың хром иондарымен әрекеттесу механизмі туралы нақты тұжырымдар жасауға болар еді.</p>
--	---	---

8.	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) ия; 2) жоқ	Балдыр жасушалары бетіндегі Cr (III) және Cr (VI) иондарының адсорбциясы мен оған ортаның рН, концентрация, температура, заряд т.б. факторларының әсерін зерттеу, жасушалардың химиялық құрамын анықтау, полимермен сазды түрлендіру, оған балдыр жасушаларын иммобильдеу процестерінің әдістемелері негізделген және әдіснамалар нақты жазылған.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: 1) ия; 2) жоқ	Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған. Жұмыс барысында ИҚ-спектроскопия, атомды-абсорбционды спектроскопия, сканерлеуші электронды және оптикалық микроскопия сияқты қазіргі заманғы зерттеу әдістерін қолдану алынған нәтижелердің нақтылығын көрсетеді. Сонымен қатар адсорбция нәтижелерін өңдеу үшін Ленгмюр, Фрейндлих, Дубинин-Радушкевич, Темкин адсорбция модельдерінің математикалық аппараттары қолданылды.
		8.2 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді): 1) ия; 2) жоқ	Жұмыстың теориялық қорытындылары, бөлімдер арасындағы өзара байланыстар мен заңдылықтар жасуша бетіндегі адсорбцияның толық зерттелуімен, балдыр жасушаларының беттік сипаттамаларына, тұрақтылығына Cr (III) және Cr (VI) иондарының әсерін анықтаумен және соның негізінде судан хром иондарын бөліп алудың оңтайлы жағдайларын табумен дәлелденген.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / ішінара расталған / расталмаған	Жұмыстағы маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге, олардың басым бөлігі Web of Science және Scopus базасындағы ағылшын тіліндегі әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз	Қолданылған дереккөздер саны 248, яғни әдеби шолу мен эксперименттік бөлімдегі арнайы салыстырулар үшін жеткілікті.
9	Практикалық	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы	Диссертацияның теориялық маңыздылығы алдын-ала суды хром

	құндылық принципі	бар: 1) ия; 2) жоқ	қосылыстарынан тазалау үшін Cr (III) және Cr (VI) иондарының балдыр жасушалары бетіндегі адсорбция жағдайларын оңтайландыру және соның негізінде эффективтілігі жоғары биосорбенттер алу болып табылады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) ия; 2) жоқ	Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары. Жұмыста әзірленген әдістер бойынша алынған және зерттелген биосорбенттер мен биокөпозитті сорбенттер, оларды Cr (III) және Cr (VI) иондарынан суды тазалау көрсеткіштері диссертацияның практикалық маңыздылығын дәлелдейді.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Практикалық ұсыныс жаңа, оның жаңалығын алынған нәтижелер мен солардың негізінде жазылған мақалалар дәлелдейді. Сонымен қатар Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрлігі қаржыландырған “BR05236419 – Жоғары эффективті кең спектрлі практикалық қолданыс мүмкіндігі бар функционалданған органикалық заттар мен материалдарды құру” ғылыми бағдарламасы (2018-2021 ж.ж.) бойынша жасалған ғылыми зерттеулер негіздейді.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) жоғары; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Академиялық жазу сапасы жоғары.

«Суды сазды тасымалдаушыларда иммобилизацияланған микроағзалар жасушаларының көмегімен Cr (III) және Cr (VI) иондарынан сорбциялық тазарту» тақырыбындағы диссертациялық жұмыс философия докторы (PhD) дәрежесін беруге ұсынылатын диссертацияларға қойылатын талаптарға сай келеді, оның авторы Таттибаева Жадра Аширхановна «6D060600 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруге ұсынылады.

Ресми рецензент:

“Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары Институты” АҚ, Полимерлер синтезі және физикахимиясы зертханасының меңгерушісі, х.ғ.д., профессор

