

«8D05311 Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Құдайбергенова Рабига Мусапаровнаның «Ағынды суларды тазартуға арналған жоғары селективті және қайта өңделетін сорбенттер ретінде тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдардың синтезі, модификациясы және сипаттамасы» тақырыбындағы диссертациясына ресми рецензенттің
СЫН-ШҚІРІ

р/н №	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі); 2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы) 3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)	Диссертациялық жұмыс докторанттың ғылыми жетекшілігімен «Мұнай мен суды бөлу үшін графен негізіндегі супергидрофобты магнитті материалды жасаудың қарапайым әдісі» (AP15473575) тақырыбында 2022-2024 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру жобасы аясында жүзеге асырылды. Диссертация қосымшасында жобаның күнтізбелік жоспары тіркелген.
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, ал оның маңыздылығы ашылған.	Диссертациялық жұмыс тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдарды синтездеуге және оларды ағынды сулардан мұнай/органикалық еріткіштерді сорбциялау үшін пайдалануды зерттеуге арналған.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған	Өзі жазу деңгейі жоғары. Диссертацияға докторанттың қосқан үлесі ғылыми әдебиеттік деректерді өңдеу және тұжырымдау, эксперименттік жұмыстарды жоспарлау және жүргізу, алынған нәтижелерді талдау, бағалау және ғылыми мақалаларды жариялаудан тұрады.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Жұмыстың өзектілігі негізделген. Ағынды суларды мұнай мен мұнай өнімдерінен, органикалық еріткіштерден тазарту - өзекті мәселе. Қазіргі уақытта суды мұнай өнімдері мен органикалық еріткіштерден тазарту үшін қолайлы және тиімді материалдар ретінде графен негізіндегі супергидрофобты наноматериалдарды пайдалануға көп көңіл бөлінуде.

		<p>4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) айқындайды; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды 	<p>Диссертацияның мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды. Жұмыста графен оксиді, тотықсызданған графен оксиді және $MgFe_2O_4$ негізінде магниттік нанобөлшектер синтезделген және олардың құрылымдық, морфологиялық және физика-химиялық сипаттамалары келтірілген. Алынған нанобөлшектер негізінде жана супергидрофобты магнитті материалдардың абсорбциялық қабілеті мен сепарациялау эффективтілігі анықталған.</p>
		<p>4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді 	<p>Диссертацияның мақсаты мен міндеттері оның тақырыбына сәйкес келеді, суды мұнай мен органикалық еріткіштерден тазартуға арналған сорбент ретінде тотықсызданған графен оксиді және $MgFe_2O_4$ негізінде жана супергидрофобты наноматериал алуға бағытталған.</p>
		<p>4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) толық байланысқан; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ 	<p>Диссертацияның барлық бөлімдері мен тұжырымдары логикалық түрде өзара байланысқан. Қойылған міндеттердің орындалуын, теориялық зерттеулер мен эксперименттік нәтижелердің байланысын дәйекті түрде көрсетумен расталады.</p>
		<p>4.5 Автор ұсынған жана шешімдер (қағидағтар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сыни талдау бар; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сiттемелеріне негізделген 	<p>Жана супергидрофобты магниттік губкалар мен әдебиетте ұсынылған әртүрлі сорбенттік материалдардың сiнуру қабілеттері салыстырылып, бағаланған. Құрамында 40% RGO бар $PU/MgFe_2O_4/RGO/PDMS$ және $PU/MgFe_2O_4/RGO/SO$ композициялық материалдарының мұнай мен органикалық еріткіштерді (хлороформ, толуол, этанол, ацетон, гексан) абсорбциялау қабілеті RGO қосылмаған $PU/MgFe_2O_4/PDMS$ және $PU/MgFe_2O_4/SO$ негізіндегі материалдармен салыстырғанда 2-4 есеге артық болатыны көрсетілген.</p>
<p>5. Ғылыми жанашылдық принципі</p>		<p>5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидағтар жана болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) толығымен жана; 2) жартылай жана (25-75% жана болып табылады); 3) жана емес (25% кем жана болып табылады) 	<p>Ғылыми нәтижелер мен қағидағтар толығымен жана. Алғаш рет RGO, $MgFe_2O_4$ нанобөлшектері негізінде жана супергидрофобты магнитті наноматериалдар синтезделіп, олардың құрылымдық-морфологиялық және физика-химиялық сипаттамалары, жоғары селективтілігі мен сепарациялық эффективтілігі, абсорбциялық және қайта өңделу қабілеттері анықталды. Ғылыми нәтижелердің жаңалығы «Мұнай сiнiретiн магниттi губканы алу тәсiлiне» берiлген № 8437 КР пайдалы модельге патентiмен расталады.</p>
		<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жана болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) толығымен жана; 2) жартылай жана (25-75% жана болып табылады); 	<p>Диссертацияның қорытындылары эксперименттік зерттеулердің нәтижелері негізінде жасалған және толығымен жана. Графиттен графен арқылы графен оксидінің тотықсызданған формасы мен магний ферритінің синтезі жүргізіліп, олардың негізінде дайындалған магнитті наноматериалдардың суды ластаушы заттардан тазарту дәрежесі</p>

	3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	анықталған. Қорытындылардың жаңалығы халықаралық және отандық ғылыми журналдарда жарияланған мақалалармен және халықаралық конференциялардың баяндама материалдарымен расталады.
5.3	Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Зерттеу нәтижелерінің технологиялық шешімдері жаңа және жарияланған мақалалар мен конференция материалдарында тұжырымдалған қорытындылармен негізделген. Синтезделген гидрофобты материалдар суды мұнай, май, органикалық еріткіштерден тазартудың 96,7-99,0 % дәрежесін, 12-44 г/г абсорбциялық қабілетін және 155,5-138,6° судың жанасу бұрышын қамтамасыз етеді.
6.	Негізгі қорытындылардың ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	Барлық негізгі қорытындылар жеткілікті түрде негізделген. Зерттеу қорытындыларын негіздеу үшін инфрақызыл Фурье спектроскопия, раман спектроскопия, сканерлеуші электронды микроскопия, рентгендік энергодисперсиялық рентгендік спектроскопия, рентгендік дифракциялық термogrавиметриялық, массбауэрлік спектроскопия әдістері пайдаланылған.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар 1. Құрамында тотықсызданған графен оксиді бар PU/MgFe ₂ O ₄ /RGO/PDMS және PU/MgFe ₂ O ₄ /RGO/SO композициялық материалдарының мұнай мен органикалық еріткіштерді (хлороформ, толуол, этанол, ацетон, гексан) абсорбциялау қабілеті PU/MgFe ₂ O ₄ /PDMS және PU/MgFe ₂ O ₄ /SO негізіндегі материалдармен салыстырғанда 2-4 есеге артық. 7.1 Қағидат дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 7.2 Тривиалды ма? 2) жоқ 7.3 Жаңа ма? 1) иә; 7.4 Қолдану деңгейі: 2) орташа; 7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) иә;	Қорғауға ұсынылған негізгі қағидаттар эксперименттік түрде расталған және сипатталған, жаңа болып табылады, сондықтан тривиальды емес. Қағидат жаңа, тривиалды емес, дәлелденген. Қағидатта тотықсызданған графен оксиді катысында және оны қоспай алынған композициялық материалдардың мұнай мен органикалық еріткіштерді абсорбциялау қабілеті салыстырылған, абсорбция қабілеті стандартты әдіспен дәлелденген. Қағидат Kudaibergenova R., Ualibek O., Sugurbekov Y., Demeuova G., Frochot C., Acherar S., Sugurbekova G. Reduced graphene oxide-based superhydrophobic magnetic nanomaterial as high selective and recyclable sorbent for oil/organic solvent wastewater treatment // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Vol. 19. – P. 8491–8506 және Kudaibergenova R., Sugurbekov Y., Demeuova G., Sugurbekova G. Facile fabrication of high-performance superhydrophobic reusable oil-absorbing sponges // Coatings. – 2023. – Vol. 13. – P. 1777 мақалаларында дәлелденген.

	<p>2. Алынған PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO негізіндегі гидрофобты материалдардың мұнай, зәйтүн майы, органикалық еріткіштер (толуол, гексан) және су қоспаларын бөлуде 96,7-99% дейін эффективтілігін көрсетеді.</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) дәлелденді;</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) иә;</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>2) орташа;</p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) иә;</p>	<p>Бұл қағидат бойынша синтезделген PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO гидрофобты материалдар судан мұнай, зәйтүн майы және органикалық еріткіштерді 96,7-99% бөлу дәрежесін көрсетті.</p> <p>Қағидат жаңа болып табылады. Эксперименттік зерттеу нәтижесі заманауи әдістермен зерттеліп, толықтай сипаттамасы берілген.</p> <p>Қағидат Kudaibergenova R., Ualibek O., Sugurbekov Y., Demeuova G., Frochot C., Acherar S., Sugurbekova G. Reduced graphene oxide-based superhydrophobic magnetic nanomaterial as high selective and recyclable sorbent for oil/organic solvent wastewater treatment // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Vol. 19. – P. 8491–8506 және Kudaibergenova R., Sugurbekov Y., Demeuova G., Sugurbekova G. Facile fabrication of high-performance superhydrophobic reusable oil-absorbing sponges // Coatings. – 2023. – Vol. 13. – P. 1777 мақалаларында дәлелденген.</p>
	<p>3. PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO құрамды гидрофобты материалдары 20-25 регенерация цикліне төзіп, 20 секунд батыру уақытында мұнайды, зәйтүн майын, органикалық еріткіштерді (хлороформ, толуол, этанол, ацетон, гексан) абсорбциялау қабілеті сәйкесінше 12-36 г/г және 16-44 г/г және судың жанау бұрышы 155,5-138,6° мәндеріне тең болады.</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) дәлелденді;</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) иә;</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>2) орташа;</p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) иә;</p>	<p>Қағидатта синтезделген гидрофобты материалдардың 20-25 регенерация цикліне төзімділігі, 20 с уақытта судағы мұнай, май, органикалық еріткіштерді абсорбциялау қабілеті 12-36 және 16-44 г/г, судың жанау бұрышы 155,5-138,6° тен екендігі көрсетілді.</p> <p>Қағидат жаңа, тривиалды емес, дәлелденген.</p> <p>Қағидат Kudaibergenova R., Ualibek O., Sugurbekov Y., Demeuova G., Frochot C., Acherar S., Sugurbekova G. Reduced graphene oxide-based superhydrophobic magnetic nanomaterial as high selective and recyclable sorbent for oil/organic solvent wastewater treatment // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Vol. 19. – P. 8491–8506 және Kudaibergenova R., Sugurbekov Y., Demeuova G., Sugurbekova G. Facile fabrication of high-performance superhydrophobic reusable oil-absorbing sponges // Coatings. – 2023. – Vol. 13. – P. 1777 мақалаларында дәлелденген.</p>

8.	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	<p>8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p> <p>8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: 1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p> <p>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): 1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p> <p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған</p> <p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u>/жеткіліксіз</p>	<p>Ғылыми зерттеулерді жүргізу әдістемелері диссертацияда толық сипатталып, алынған үлгілерді зерттеу әдістері негізделген.</p> <p>Диссертациялық жұмыстың нәтижелері метрологиялық өңдеумен қамтамасыз етілген, арнайы лицензияланған компьютерлік бағдарламалар арқылы өңделген.</p> <p>Диссертациялық жұмыс қорытындылары мен анықталған заңдылықтар макалаларда берілген эксперименттік зерттеулермен расталған.</p> <p>Жұмыстағы маңызды мәлімдемелер диссертацияда келтірілген отандық және шетелдік авторлардың нақты және сенімді ғылыми әдебиеттеріне сілтемелермен расталады.</p> <p>Пайдаланылған әдебиеттер тізімі диссертацияда келтірілген әдеби шолуға жеткілікті.</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдардың синтезі, оларды түрлендіру және сипаттау заңдылықтарының анықталуымен қамтылады.</p> <p>Синтезделген магниттік наноматериалдар сулы ортадан ластаушы заттарды тазарту үшін қолдану мүмкіндігіне ие. Суды мұнай мен органикалық еріткіштерден бөлу үшін 25 циклден астам қайта пайдалануға болатын және магнит арқылы басқарылып, сорбент және гидрофобты сүзгі ретінде пайдалану ұсынылған. Диссертация нәтижелері «Экологиялық және өнеркәсіптік биотехнологиялар ғылыми-өндірістік орталығында»</p>
9	Практикалық құндылық принципі	<p>9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар: 1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p> <p>9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p>	<p>Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдардың синтезі, оларды түрлендіру және сипаттау заңдылықтарының анықталуымен қамтылады.</p> <p>Синтезделген магниттік наноматериалдар сулы ортадан ластаушы заттарды тазарту үшін қолдану мүмкіндігіне ие. Суды мұнай мен органикалық еріткіштерден бөлу үшін 25 циклден астам қайта пайдалануға болатын және магнит арқылы басқарылып, сорбент және гидрофобты сүзгі ретінде пайдалану ұсынылған. Диссертация нәтижелері «Экологиялық және өнеркәсіптік биотехнологиялар ғылыми-өндірістік орталығында»</p>	

			<p>сынақтан өткізіліп, «REEF Центробежные технологии» ЖШС кәсіпорнында өндіріске енгізуге ұсынылған.</p> <p>Практикалық ұсыныстардың жаңалығы тотықсызданған графен оксиді негізіндегі магниттік наноматериалдардың алғаш рет синтезделіп, суды органикалық заттардан тазартуға ұсынылатындығымен негізделеді.</p>
10.	<p>Жазу және ресімдеу сапасы</p>	<p>9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) <u>жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады)</u>; 3) <u>жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)</u></p> <p>Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары</u>; 2) <u>орташа</u>; 3) <u>орташадан төмен</u>; 4) <u>төмен</u>.</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың академиялық жазу сапасы жоғары деп бағаланады.</p> <p>Диссертация аннотациясы мен диссертацияның мазмұны мен ресімделуі бойынша келесі ескертпелер ұсынылады:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.4 бөлімде супергидрофобтылық кезінде сумен жанасу бұрышы 150 градустан жоғары болу керек деп көрсетілген, әдебиеттерде де солай беріледі. 3.3.3 бөлімде дайындалған PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO губкалардың супергидрофобтылығы сумен жанасу бұрышы 140 градустан жоғары деп дәлелденеді. 3.4 бөлімде шикі мұнай/су, зәйтүн майы/су, толуол/су және гексан/су қоспалары үшін PU/MgFe₂O₄/RGO/SO губканың сепарациялық эффективтілігі сәйкесінше 96,7-98,9 %, ал PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS губкасы үшін 99,7-99,9% құрады деп жазылған. Құрамында RGO жоқ PU/MgFe₂O₄/SO және PU/MgFe₂O₄/PDMS губкалардың сепарациялық эффективтілігі 95,5-98,2 % аралығында болды делінген. RGO-мен түрлендіру губкалардың сепарациялық эффективтілігін 3-4,5 % арттырады. Тотықсызданған графен оксиді қосылмаған және қосылған губкалардың сепарациялық эффективтілігінің мәні өте жақын, тәжірибелер кәтелігін ескергенде бірдей деп те алуға болады. Диссертацияда көрсетілгендей эффективтілікті губкаларға RGO қосып, 3-4,5 %-ға көбейту қаншалықты экономикалық жағынан тиімді? RGO синтездеу үшін уақыт, реагент, энергия жағынан көп шығындар жұмсалады. 8-кестеде жаңа супергидрофобты, магнитті наноматериалдардың RGO қосылған жағдайда адсорбциялық қабілетінің орташа мәні әртүрлі лақтаушы заттар үшін 57,39-дан 103,74 аралығын құрайды. Осы кестедегі адсорбциялық қабілеттің орташа мәндерінің 42-43 суреттерде және диссертация қорытындысында берілген адсорбциялық қабілет мәндерінен 2 есеге дейін жоғары болу себебі неде?

		<p>4. 17-суреттегі схемада бастапқы реагент графит емес, графен деп жазған дұрыс. Диссертация мәтінінде қосымшалардағы сынақтан өткізу және өндіріске енгізу актілеріне сілтеме жасалмаған.</p> <p>5. Синтезделген магниттік наноматериалдармен суды ластағыш заттардан тазарту модельдік жағдайларда зерттелген, іс жүзінде ластанған суды органикалық заттардан нақты практикада тазарту жүргізілмеген.</p> <p>6. Аннотацияда докторанттың әрбір басылымды (мақаланы) дайындауға қосқан жеке үлесі көрсетілмеген.</p>
--	--	---

Кудайбергенова Рабига Мусапаровнаның «Ағынды суларды тазартуға арналған жоғары селективті және қайта өңделетін сорбенттер ретінде тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдардың синтезі, модификациясы және сипаттамасы» тақырыбындағы диссертациясы философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылатын диссертацияның талаптарына толығымен сай келеді және оның авторы Кудайбергенова Рабига Мусапаровна «8D05311 Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылады.

Ресми рецензент:

**Химия ғылымдарының докторы,
«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті» КЕАК
химиялық физика және материалтану
кафедрасының профессоры**



Е.К. Онгарбаев



**Қолын растаймын
Подпись заверяю**

