

**«8D07302 – Геоинформатика» білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін орындалған
ҚЫРҒЫЗБАЙ ҚҰДАЙБЕРГЕН ТАЛҒАТҰЛЫНЫҢ
Суармалы егіншілік алқаптарын аудандастыруда ЖАЗ әдістерін
құрастыру (machine learning есептеу әдістері негізінде) атты
диссертациялық жұмысына
АҢДАТПА**

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Әлем кеңістігіндегі климат өзгерісі – ауыл шаруашылық саласына айтарлықтай өзіндік әсерін тигізуде. Ауа температурасы көрсеткіштерінің өсуі және жауын-шашын мөлшерінің азаюы суға деген қажеттілікті арттырып, ауылшаруашылық өнімдеріне кері әсерін тигізуде. Соған сәйкес ауылшаруашылық алқаптарын суаруда оңтайлы әдіс-тәсілдерді қолдана отырып, олардың қоршаған ортаның өзгерістеріне бейімделу жолдарын қарастыруды жөн деп санаймыз.

Зерттеу жұмысының өзектілігі мемлекет басшысы Қ.К. Тоқаевтың 2022 жылдың 1-қыркүйегінде Қазақстан халқына жолдауындағы «Нақты секторды дамыту» атты 2-бағдарымен толықтай сәйкес келеді. Онда ауылшаруашылығының жер, су ресурстары, суару жүйесі туралы ақпаратты толық цифрландыру қажеттілігі қарастырылған. **Біріншіден**, қоршаған ортаның ерекшеліктерін ғылыми тұрғыда ескеру, оларды назарға алу, ауылшаруашылығының тұрақты дамуының алғышарттары толықтай цифрландыруымен байланыстырылады. Себебі цифрлық технологияның көмегімен табиғи факторлардың ерекшеліктерін ескере отырып, суармалы егіншілік алқаптарын аудандастырудың оңтайлы нәтижелері көрініс табады. **Екіншіден**, ауылшаруашылық алқаптарын сумен қамтамасыз етуде климаттың өзгеру динамикасын ескеру, болашақта орын алатын келеңсіздіктердің алдын-алуға мүмкіндік береді. Климаттық көрсеткіштердің өзгеруі – суарудың жаңа әдістері мен режиміне көшуге, кейбір ауылшаруашылық дақылдарын құрғақшылыққа төзімді түрлерімен алмастыруға мәжбүрлейді. **Үшіншіден**, суармалы егіншілік алқаптарының интерактивті картасын құрастыру кешенді, әрі сенімді геокеңістіктік ақпаратты ұсынуда озық технологиялардың үлгісін қалыптастырады. Цифрлық ақпараттың қолжетімділігі шаруа-фермер қожалықтарына егіншілік барысын агроклиматтық, гидрографиялық, геоморфологиялық және топырақ жамылғысы тұрғысынан басқару мен жоспарлауда көмегін тигізеді. Бұлар толықтай суармалы егіншілік алқаптары жайлы деректермен қамтамасыз етіледі. **Төртіншіден**, машиналық оқыту алгоритмдері ЖАЗ деректерінің үлкен көлемдегі ақпаратын өңдеу мен талдауда, суармалы егіншілік алқаптарын аудандастыруда сенімді нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. 2017 жылдың 31 қаңтарындағы «Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспарының», «Жасыл» экономика және қоршаған ортаны қорғау саясатына сәйкес келеді. Мемлекет басшысы Қ.Тоқаев 2021 жылғы Қазақстан халқына жолдауында 2030 жылға дейін суармалы жер көлемін 3 млн га-ға арттыру қажеттілігіне тоқталған болатын.

Ол үшін суармалы егіншілік аймақтардағы жер-су ресурстарға кешенді зерттеу жүргізу өте маңызды. Зерттеу тақырыбы «Қазақстан-2050» стратегиясының ұзақ мерзімді басымдықтары, «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының дамуы бағыттарын жүзеге асыруға септігін тигізеді.

Зерттеудің нысаны – Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптары.

Зерттеу жұмысының пәні – Машиналық оқытуды пайдалану арқылы жерді арақашықтан зондылау.

Зерттеу жұмысының мақсаты – Алматы және Жетісу облыстарының ауылшаруашылық жерлерін ЖАЗ және машиналық оқыту негізінде суармалы егіншілік алқаптарын гидроמודулдік аудандастыру. Аталған мақсатқа қол жеткізу үшін төмендегідей **міндеттердің** шешілуі көзделді:

- ғылыми әдебиеттер мен ақпарат қорларын жүйелей отырып, гидроמודулдік аудандастырудың теориялық-әдіснамалық негізін анықтау;

- Алматы және Жетісу облыстары әкімшілік бірліктерінің 1:55 000-1:180 000 масштаб аралығындағы суармалы егіншілік алқаптарының геодеректер қоры негізінде оңтайлы суару режимі мен әдістері бойынша гидроמודулдік аудандарға жіктеу және карталарын құрастыру;

- Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарының жерді арақашықтан зондылау түсірілімдері және машиналық оқыту негізіндегі гидроמודулдік аудандастыруының моделін құрастыру;

- Қазгидромет орталығы деректерінің верификациясы мен су ресурстарын ғарыштық түсірілімдер негізінде талдау, Алматы және Жетісу облыстарындағы климаттық өзгерістері мен суармалы егіншілікке су ресурстарын бейімдеу жолдарын анықтау;

- Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарын жерді арақашықтан зондылау түсірілімдері және машиналық оқыту негізінде 1:55 000 – 1:180 000 масштаб аралығындағы әртүрлі тақырыптық карталардағы ақпараттарды қамтитын серверлік Web-GIS қосымшасын әзірлеу.

Зерттеу жұмысының дереккөздері. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасының ұлттық кітапханалары, Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптамасынан алынған материалдар, ғылыми әдебиеттер және картографиялық ақпараттарға қол жеткізілді. Ғылыми-зерттеу жұмысында пайдаланылған карталар мен ғарыштық түсірілімдер: 1. Комплексная карта земельных угодий Алматинской области (1: 300 000); 2. «Карта размещения площадей регулярного и лиманного орошения» (1: 3 000 000). 3. Sentinel 2A/2B мультиспектральді түсірілімдері; 4. SRTM 1 Arcsecond Global ұсынған жердің сандық үлгісі; 5. «Қазақстан Республикасының Ұлттық Атласы» (2010) картографиялық материалдары зерттеу жұмысын жүргізуде басшылыққа алынды. **Зерттеудің материалдары** ретінде Алматы мен Жетісу облыстарының аумағын, сонымен қатар әкімшілік бірліктерін қамтитын кешенді 27 карта (толық авторлық куәлік алынды) құрастырылды.

Диссертациялық зерттеуде қолданылған әдіс-тәсілдер: Қазіргі геоинформатика ғылымында ауылшаруашылық алқаптарын аудандастыру кезінде оңтайлы нәтижелер беретін далалық зерттеу, камералдық өңдеу, ГАЖ-технологияларының қолданбалы тұстарын пайдалану, ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу мақсатында картографиялық зерттеу, математикалық әдістерді пайдалану, нәтижелердің ақиқаттылығы мен корреляциялық байланысын анықтауда статистикалық әдіс-тәсілдер қолданылды. Аумақтағы суармалы егіншілік алқаптарын Google Earth Engine (GEE) көмегімен интерактивті геокеңістіктік талдау мен визуализацияға арналған geemap Python пакетімен аудандастыру жүзеге асырылды.

Зерттеудің әдіснамалық негізі ретінде отандық және шетелдік зерттеушілердің ауылшаруашылық алқаптары мен гидромодулдік аудандастыру, аумақтағы климат және су ресурстарының өзгерісі, агроландшафттар мен табиғи ландшафттарды ГАЖ-технологиялары бойынша ізденген еңбектер алынды. Аталған зерттеулерді әлемдік деңгейде қарастырғандар: В.И. Кирюшин, Э. Цораева, Е. Каримов, Н. Капитулина, Г.П. Гельцер, А. Мирзаев, В. Нерозин, М. Хамидов, Б.С. Мамбетназаров, С. Абдурахмонов, Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий, К. Курбанова және т.б. Зерттеулері мен еңбектері басшылыққа алынған отандық ғалымдар: К.Б. Балгабеков, О.Ж. Оспанбаев, А. Капашев, К.М. Жаналиева, Л.К. Веселова, Ж.Н. Мұқашева, Ж.Ү. Мамутов, Н.Н. Керімбай, А.Ғ. Көшім, Е.Х. Какимжанов, А.А. Асылбекова, Д.К. Шокпарова, Р.И. Гальперин, М.Ж. Бурилибаев, Ж.Д. Достай, С.К. Алимкулов, А.А. Турсунова, А.С. Амиргалиева, Э.К. Талипова және т.б. Зерттеу жұмысының Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарын аудандастыруда ЖАЗ және машиналық оқытудың әдістерін құрастыру негіздері, аумақтағы климаттың өзгерісі және су ресурстарының азаюына бейімделу тарапынан зерттелмегендігін айтып өткен жөн.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы. Диссертациялық зерттеуде гидротехника, климатология және ауылшаруашылық тұжырымдары ГАЖ, арақашықтан зондылау және бағдарламалау негізінде талданып, соның ішінде суармалы егіншілік алқаптарының гидромодулдік аудандастыруы тұрғысынан қарастырылды. Теориялық тұжырымдамалар география ғылымындағы агроландшафттану, ГАЖ технологиялары, арақашықтан зондылау және Web-картографиялау ұғымдарымен толықтырылады. Сонымен қатар қол жеткізген тұжырымдамалар геоинформатика білім беру бағдарламасының дамуына өзіндік үлесін қосады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Біріншіден, аридті аймақтардағы суармалы егіншілік алқаптарын суаруда оңтайлы әдістер мен техникалар қолдануда, су ресурстарын пайдалану мен климаттың өзгеруіне сәйкес бейімделуін жүргізуде, жалпы алғанда ауылшаруашылығы жерлерін басқару, жобалау және жоспарлау жұмыстарына қажетті маңызды материал бола алады. Екіншіден, ГАЖ технологиялары, Жерді арақашықтан зерделеу мен машиналық оқыту, Web бағдарламалаудың ауылшаруашылық алқаптарын талдауда, «Арақашықтықтан зерделеу негіздері», «Геокеңістіктік деректерді

талдау және визуализациялау», «Тақырыптық картографиялау», «ГАЗ үшін мәліметтер базасын құрастыру және дамыту», «Web-бағдарламалау негіздері», «Web-GIS қосымшаларын әзірлеу» секілді дәріс және практикалық сабақтарда пайдалануға болады. Үшіншіден, суармалы егіншілік алқаптарының атласын құрастыруда аталған зерттеу жұмысы негізгі рөл атқарады.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы. Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптары, олардың климат және су ресурстарының өзгеру динамикасы, машиналық оқытуда ЖАЗ-ды пайдаланудың жолдары отандық ғылыми ортада алғаш рет зерттеуге алынып, негізгі ғылыми нәтижелері нақтылы нысандарды зерттеу арқылы жүзеге асырылды. Бұған дейін Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарының гидромодулдік аудандастырылуы жете зерттелмегендіктен, зерттеу жұмысының міндеттеріне сәйкес, өзіндік тың әрі өзекті жаңалық сипаттарына ие болды. Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы төмендегідей **нәтижелермен** анықталады:

- Алматы және Жетісу облыстарының әкімшілік бірліктерінің, 1:55 000-1:180 000 масштаб аралығындағы суармалы егіншілік алқаптары оңтайлы суару әдісі бойынша гидромодулдік аудандарға жіктеліп және карталары ГАЗ-технологияларының негізінде алғаш рет жүзеге асырылды;

- Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптары ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу және машиналық оқыту негізінде гидромодулдік аудандастырудың моделі алғаш рет құрылды;

- Алматы және Жетісу облыстары аумағындағы ашық дерекқорлар мен Қазгидромет ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің деректерін салыстыра отырып, климаттық мәліметтердің верификациясы, су ресурстарының егіншілікке бейімделуі алғаш рет анықталды;

- Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарының аумағы, климаты, жер беті; жер асты ыза сулары; топырақтың түрі, механикалық құрылымы; жер бедері, еңістігі, экспозициясы және т.б. серверлік Web-GIS қосымшасында алғаш рет ұсынылды.

Қорғауға ұсынылатын тұжырымдар:

1. Қазақстандағы суармалы егіншілік алқаптарын ЖАЗ және машиналық оқыту негізінде екі әдістің біріктіріліп зерттелу алгоритмдерінің теориялық-әдіснамалық аспектілері – суармалы егіншілік алқаптарын анықтауда; суару режимі мен тәсілдері бойынша гидромодулдік аудандастыруда; кешенді тақырыптық карталарды құруда нақты әрі дәлелді нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

2. Жерді арақашықтан зондылау деректерін өңдеу мен оларды машиналық оқыту алгоритмін құрастыруда суармалы егіншілік алқаптарын гидромодулдік аудандастыру, суару әдістерін жіктеудің моделін автоматтандыру ауылшаруашылық ғылымындағы егіншілік саласымен айналысатын зерттеуші ғалымдарға суару жүйесін оңтайландырады.

3. Қазгидромет ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің және ғаламтордағы ашық климаттық (орта және жиынтық жауын-шашын, максималды және минималды ауа температурасы) деректерді және су

ресурстары (GRACE Tellus Monthly Mass Grids, JRC Global Surface Water Mapping) көрсеткіштері ауылшаруашылығы ландшафттарының егіншілік жүйесін құруда, оның ішінде ландшафттарға бейімделген суармалы егіншілік жолдарын анықтауда тиімді рөл атқарады.

4. Алматы және Жетісу облыстарының суармалы егіншілік алқаптарының физикалық-географиялық жағдайлары, климаты, жер беті және жер асты ыза сулары, топырақтың түрі мен механикалық құрылымы, жер бедері, еңістігі, экспозициясы және т.б. Web-GIS-тегі геовизуализациясын құрастыру мен бейнелеу қазақстандық ауылшаруашылығы ғылымының әлемдік технология кеңістігіндегі сандық ортадағы Web өнімдерінің даму қарқындылығы мен икемділігі зерттеуіміздің жаңа іргетасы болып саналады.

Зерттеу жұмысының ғылыми жобаларымен байланысы: Диссертациялық жұмыс ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2021-2023 жылдарға арналған BR10764908 «Өсіру технологиясы мен сараланған қоректену элементтерін пайдалана отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарын (дәндік, бұршақ, майлы және техникалық дақылдар) өсірудің ауыл шаруашылығы жүйесін дамыту» атты ғылыми-техникалық жоба бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында орындалды.

Ғылыми нәтиже алудағы автордың жеке қосқан үлесі. Автордың ұсынып отырған докторлық диссертациясының шеңберінде орындалған ғылыми-зерттеу жұмыстары отандық және шетелдік баспалардағы ғылыми мақалаларға негізделеді. Жарияланған ғылыми мақалалардың мәліметтері мен практикалық нәтижелері жеке ғылыми ізденіс арқылы жинақталып, жүйеге келтіріліп, камералдық өңдеуден өткізіліп, өзіндік тұжырым жасай алды.

Зерттеу жұмысы нәтижелерінің сыннан өтуі отандық Алматы, Тараз, шетелдік Курск (Ресей), Стамбул (Түркия) қалаларында өткен халықаралық және республикалық-практикалық конференцияларда (2021-2024): «Advancing Institutional Capacity for Sustainable Groundwater in Central Asia», «Тұрақты даму мақсаттары аясында жаратылыстану ғылымдары мен білімінің даму мәселелері», «Өсімдік шаруашылығын климаттың жаһандық өзгеру жағдайларына бейімдеу: проблемалар мен шешу жолдары», «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов», «The academic months from 1st October 2023 until 30th November 2023 at the Yildiz Technical University at Internship Staff» және «Фараби әлемі» атты студенттер мен жас ғалымдардың Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда (4-7 сәуір 2022 ж.) жарияланды.

Жұмыстың талқыланылуы мен мақұлдануы отандық және шетелдік ғылыми басылымдарда, Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда 10 ғылыми жұмыс жарияланды. Оның ішінде Elsevier, Web of Science, Scopus базаларына енетін 2 мақала, ҚР ҒЖБССҚК ұсынатын ғылыми басылымдар тізбесінде 2 мақала. Сонымен қатар ізденушінің Scopus және Web of Science базасы бойынша Хирша индексі – 2.

Диссертацияның құрылымы кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытынды мен 148 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, 10 кестеден, 71 суреттен, 23 қосымшадан тұрады. Бет саны – 188.