

АҢДАТПА

Философия ғылымдарының докторы ғылыми дәрежесін алу үшін

жазылған диссертация үшін

(PhD) 6D071100-Геодезия

Рахимбаева Динара Жексенғалиқызы

ЖЕРДІ ҚАШЫҚТАН ЗОНДТАУ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ЖАҒАЛАУ СЫЗЫҒЫНЫҢ ӨЗГЕРУІН БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Бұл диссертациялық зерттеу Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалана отырып, Каспий теңізінің жағалау сызығын бақылаудың өзекті мәселесіне арналған. Каспий маңы ойпаты – әр түрлі ландшафттық белдеулерде орналасқан, бекіре тұқымдас балықтардың сирек қоры бар жер шарындағы ең ірі эндорейлік аймақтардың бірі.

Қазақстанның Каспий теңізінің солтүстік-шығыс жағалауындағы мұнай өндіру аудандарында ілеспе жоғары минералданған жер асты суларының (мұнай өндіру кезінде алынатын) ағуы және мұнайдың төгілуі нәтижесінде ерекше көлдер пайда болды. Олар Каспийдің экожүйелеріне үлкен қауіп төндіреді, өйткені Каспий суларының желдің көтерілуі және әсіресе теңіз деңгейінің одан әрі көтерілуі теңіздің апатты ластануына әкеледі. Көктемгі және күзгі маусымда Еділ өзенінің атырауындағы орман, бұта және қамыс өсімдіктерінің қарқынды және жиі өрттері Каспийдің солтүстігі мен аудандардың биоәртүрлілігіне өте теріс әсер етеді. Тек осы екі фактордың әсерінен ерекше және өте осал флора мен фауна стресстік жағдайда, ал кейбір түрлерге қауіп төніп тұр.

Каспийдің бірегей ерекшеліктерінің бірі-Климаттық жағдайлардың өзгеруіне байланысты зерттеулердің көпшілігімен түсіндірілетін оның деңгейінің тұрақсыздығы, оған соңғы уақытта адам қызметінің факторлары жүктелген. Тиісінше, теңіз деңгейінің болжамдарын әзірлеу процестердің стационарлығынан туындайтын Климаттық (гелиофизикалық) және ықтималдық-статистикалық әдістерге негізделген және теңіздің су балансының құрамдас бөліктерін экстраполяциялау арқылы беріледі, ал соңғылары өте өзгермелі және бұл өзгерістердің өзі гетерогенді және әр түрлі кезеңді.

Ғарыштық геодезия әдістері мен құралдарын пайдалана отырып, дәстүрлі әдістерден заманауи технологияларға көшу жаһандық навигациялық спутниктік жүйелердің (GNSS) дамуына және кең таралуына әкелді. Осымен қатар соңғы уақытта табиғи ортаның мониторингі және әртүрлі аймақтардың табиғи ортасының мүмкін болатын өзгерістерін болжау міндеттері алға шықты. Бұл геожүйелердің динамикасын, жер қыртысында болып жатқан процестерді зерттеуге және табиғат құбылыстарының динамикалық карталарын жасауға ерекше көңіл бөлетінін түсіндіреді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері

– Бұл жұмыстың мақсаты жағалау аймағының динамикасын талдау және басқару шешімдерін қабылдау үшін жоғары дәлдікті, тиімділікті және ақпараттық мазмұнды қамтамасыз ететін Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалана отырып, Каспий теңізі жағалауындағы өзгерістерді бақылау әдістемесін жетілдіру болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

– Жерсеріктік деректерді, географиялық ақпараттық жүйелерді (ГАЗ) және жағалауды өзгерту үлгілерін пайдалануды қоса алғанда, жағалау сызығының мониторингінің заманауи тәсілдеріне шолу және талдау жүргізу.

- Каспий теңізінің жағалау сызығын бақылау үшін ең қолайлы спутниктік платформалар мен сенсорларды тандау, олардың рұқсат ету қабілетін, жиілігін және спектрлік сипаттамаларын бағалау.
- Автоматты түрде жіктеуді, өзгерістерді анықтауды және көп уақыттық деректерді біріктіруді қоса алғанда, спутниктік деректерді өңдеу алгоритмдерін құру.
- Заманауи қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану негізінде Каспий теңізінің жағалау сызығын бақылаудың жетілдірілген әдістемесін құру.

Зерттеу әдістері

Берілген тапсырмаларды орындау үшін Жерді қашықтықтан зондтау әдістері қолданылды. Қамтылған: су объектілерін бақылаудың қолданыстағы отандық және шетелдік әдістерін талдау; спутниктік жүйе аппаратурасын, Landsat, Sentinel ғарыш деректерін пайдалана отырып өлшеулерді орындаудың ғылыми негізделген әдістерін таңдауды негіздеу.

Нәтижелер

Жағалау сызығын анықтау процесі Landsat TM сенсорынан алынған Landsat 5, 7 және 8 Tier 1 өнімдеріне қолданылатын Otsu шекті әдісі арқылы автоматтандырылған. 1-деңгейлі өнімдер дәл талдау үшін қажетті қатаң геометриялық және радиометриялық сапа талаптарына сай болғандықтан таңдалды.

Барлық деректерді өңдеу Google Earth Engine (GEE) платформасында орындалды, ол жергілікті ресурстарды оңтайландыру және жалпы өңдеу тиімділігін арттыру үшін бұлттық есептеу қуатын пайдаланды.

Әдістеме ақысыз және ашық бастапқы бағдарламалық жасақтаманы (FOSS) және GEE бұлттық инфрақұрылымын пайдаланудың арқасында жоғары уақыт пен үнемді болып шықты.

Талдау бірнеше жыл бойы екі негізгі зерттеу бағыты бойынша жүргізілді: Атырау және Маңғыстау облысы. Географиялық жақындығына байланысты Ақтау және Форт-Шевченко аудандары бір үлкен зерттеу аймағына – Маңғыстау облысына біріктірілді. Бұл тәсіл аймақтың жан-жақты қамтылуын қамтамасыз етті және талдау барысында кеңістіктік сәйкестікті сақтап қалды.

Deep Learning спутниктік суреттер, уақыттық қатарлар, географиялық деректер сияқты үлкен көлемдегі деректерді талдауға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты диссертация жасанды интеллект пен машиналық оқыту алгоритмдерін одан әрі дамыту қажеттілігін негіздейді.

Ғылыми жаңалық

1. Дәстүрлі әдіс деректерін және Жерді қашықтықтан зондтаудың заманауи деректерін пайдалануға негізделген Каспий теңізінің жағалау сызығын бақылаудың кешенді тәсілі біріктірілді.

2. Антропогендік және табиғи факторлардың әсерінен жағалау сызығының өзгеруін тиімді анықтауға мүмкіндік беретін спутниктік суреттерді автоматты түрде жіктеу және талдау алгоритмдері жасалды.

3. Жағалау сызығының өзгерістерін ұзақ мерзімді бақылау жүйесі машиналық оқыту әдістерін және қашықтықтан зондтау деректерін уақыттық қатарларды талдауды пайдалана отырып ұсынылады.

Қорғауға келесі ғылыми ережелер ұсынылады:

1. Жағалау сызығының өзгерістерін жылдам анықтауға және оларды жоғары дәлдікпен талдауға мүмкіндік беретін дәстүрлі әдістердің, қашықтықтан зондтау және геоақпараттық технологиялардың деректерін біріктіру негізінде жағалау сызығын бақылау әдістемесін жетілдіру.

2. Жағалау сызығының объектілерін жіктеу, өзгеру аймақтарын анықтау және геокеңістіктік деректердің уақыт қатарын автоматтандырылған салыстыру, жағалау сызығының өзгерістерін анықтау дәлдігін арттыру және деректерді талдауға кететін уақытты қысқарту үшін қашықтықтан зондтау деректерін өңдеу алгоритмі.

3. Көп уақыттық деректердегі өзгерістерді салыстыруды, жағалау аймағындағы өзгерістердің жылдамдығы мен бағытын бағалауды қамтамасыз ететін уақыттық қатарларды талдаумен спутниктік деректерді автоматтандырылған өңдеу және машиналық оқытудың жетілдірілген әдістемесі.

Практикалық маңызы

Жұмыстың практикалық маңыздылығы мынада:

1. Әзірленген әдістемелік жағалау сызығының өзгеруін жылдам және жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік бере отырып, басқару органдарына, экологиялық қызметтерге және ғылыми ұйымдарға өзекті ақпаратқа қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

2. Алынған нәтижелер табиғи және антропогендік факторлардың жағалау аймақтарына әсерін бағалау үшін, сондай-ақ экологиялық тәуекелдерді барынша азайту шараларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

3. Жағалау динамикасы туралы алынған деректер теңіз деңгейінің өзгеруіне және басқа да климаттық қиындықтарға жағалаудағы қауымдастықтар мен инфрақұрылымның бейімделу стратегияларын ақпараттандыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

4. Қашықтықтан зондтау деректерін өңдеудің заманауи технологияларын қолдану, оның ішінде спутниктік мәліметтерді және географиялық ақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану зерттелетін объектілерді бақылау кезінде жедел шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Жарамдылық және сенімділік

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен сенімділігі 1990-2024 жылдарға арналған алғашқы деректердің үлкен көлемімен және болжамды нәтижелердің нақты деректермен жақындасуымен расталады. Автордың жеке үлесі заманауи технологияларды пайдалана отырып, жағалау сызығын бақылаудың отандық және халықаралық тәжірибесін талдаудан, спутниктік жүйелердің жабдықтарын пайдалана отырып деректерді өңдеуден, Landsat, Sentinel ғарыш деректерінен тұрады.

Жарияланымдар және тестілеу

Диссертация материалдары негізінде 7 баспа жұмысы жарық көрді, оның ішінде:

– Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының рейтингтік журналындағы бір мақала, Геология және техникалық ғылымдар бөлімі (Scopus Q3 негізі)

– Қазақстан Республикасы Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті (ҚР ОСК) ұсынған басылымдардағы үш мақала

– Халықаралық конференциялар, форумдар мен конгресстердің жинақтарында үш мақала. Зерттеу нәтижелері оқу процесіне енгізілді, ол тиісті құжаттармен расталады.

Қорытынды:

Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалана отырып, Каспий теңізі жағалауындағы өзгерістерді бақылау әдістемесін жетілдіру жағалау аймағының динамикасын талдаудың жоғары дәлдігін, тиімділігін және ақпараттық мазмұнын қамтамасыз етеді, сондай-ақ зерттелетін объектінің үлкен аумағын қамтуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер мен әзірлемелердің негізінде келесі қорытындылар жасауға болады:

1. Декодтау әдістерін сынау Каспий теңізі үшін су беттерін танудың ең жақсы тәсілі орташа квадраттық қатенің минималды мәні бар MNDWI индексі есептеу екенін көрсетті.

2. Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде жағалау сызығын бақылаудың әзірленген технологиялық схемасы жағалау сызығын автоматты түрде алуға мүмкіндік береді.

3. Әдістеме ақысыз және ашық бастапқы бағдарламалық қамтамасыз етуді (FOSS) және GEE бұлттық инфрақұрылымын пайдалану есебінен уақыт пен шығын тұрғысынан жоғары тиімді болып шықты.

4. Sentinel-2 деректерін өңдеуге бақылаусыз К-құралдарын кластерлеу және басқарылатын Random Forest жіктеу алгоритмдерін қосу жағалау сызығының динамикасы туралы жоғары дәлдіктегі картографиялық ақпаратты алуға мүмкіндік берді.

5. Жақсартылған тәсіл жағалау аймағының ұзақ мерзімді мониторингі үшін жоғары әлеуетті көрсетеді және әртүрлі жағалау аймақтарындағы жағалау динамикасын талдауға бейімделуі мүмкін. Әрі қарайғы зерттеулер қосымша спектрлік және топографиялық деректерді біріктіруге, сондай-ақ жағалау сызығының классификациясының дәлдігін жақсарту және маусымдық өзгерістерді есепке алу үшін машиналық оқыту алгоритмдерін жақсартуға назар аударуы мүмкін.

Бірге жинақталған бұл тұжырымдар заманауи геокеңістіктік технологияларды және су объектілерін бақылаудың аналитикалық әдістерін енгізудің маңыздылығы мен тиімділігін көрсетеді. Бұл жақсартулар қолданыстағы әдістердің дәлдігі мен тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар әртүрлі салалардағы зерттеулер мен практикалық қолдану үшін жаңа құралдарды ұсынады.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс машинкамен басылған мәтіннің 98 бетінде ұсынылған, 14 кестеден, 55 суреттен, 120 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады.

Аннотация қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде. Аннотацияда диссертациялық зерттеудің тақырыбы, мақсаты, зерттеу міндеттері, зерттеу әдістері, қорғауға шығарылатын негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа тұжырымдар), зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы, алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу, ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі, докторанттың дайындыққа қосқан үлесінің сипаттамасы сипатталады әрбір жарияланым.

Докторант оқыған жжжбұ бас ғалым хатшысы куәландырған ғылыми еңбектер тізімі және басылымдардың көшірмелері.

Докторант оқыған ЖОО-ның этикалық комиссиясының зерттеу объектілерінің (тірі табиғат объектілері мен мекендеу ортасының) құқықтарын, қауіпсіздігі мен әл-ауқатын қорғауды қоса алғанда, ғылыми зерттеулердің нәтижелерін жоспарлау, бағалау, өткізу және тарату процесінде бұзушылықтардың жоқтығы туралы қорытындысы

Докторант

Рахимбаева Д.Ж.

Ғылыми жетекшісі т.ғ.к.

Мейрамбек Г.

Бөлім меңгерушісі Маркшейдерлік
іс және геодезия, т.ғ.к.

Мейрамбек Г.