

АНДАТПА

диссертациялық жұмыс Омарова Перизат
Танирбердиевна
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін
ұсынылған

«Интеллектуалды талдау және деректерді қашықтықтан зондтау негізінде өзен арналарындағы ластану мен лайлануды болжау үшін шөгінді жыныстарды тасымалдау моделін әзірлеу» тақырыбы
«6D075100 – Информатика, компьютерлік технологиялар және басқару» мамандығы бойынша

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Су, әсіресе климаттың өзгеруі және өсіп келе жатқан елді мекендер жағдайында мұқият басқаруды және сақтауды қажет ететін өмірлік маңызды ресурс болып табылады. Бөгеттер ықтимал су тасқыны мен қоршаған ортаның нашарлауын қоса алғанда, тәуекелдерді қамтыса да, су ресурстарын бақылау мен бөлуде орталық рөл атқарады. Бөгеттердің қауіпсіздігі мәселелері алдыңғы қатарда қалып отыр, бұл тек тиісті техникалық қызмет көрсетуді және жаңартуды ғана емес, сонымен қатар апаттардың алдын алу үшін нақты бақылауды қажет етеді.

Заманауи бақылау жүйелері деректерді талдау үшін машиналық оқытудың озық әдістерін пайдаланады, бұл ықтимал ауытқуларды уақтылы анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер автоматтандырылған бақылау жүйелері арқылы жасалған деректердің үлкен көлемін талдау және түсіндіру үшін дәстүрлі статистикалық тәсілдерді де, жасанды нейрондық желілер, тірек векторлық машиналар және кездейсоқ ормандар сияқты жаңа әдістерді де пайдаланады.

Өзен жүйелерінің лайлану проблемасы инфрақұрылым мен халыққа төнетін қатерлерді ескере отырып, әсіресе өзекті болып табылады. Тұнбалы өзендерді тиімді басқару күрделі гидродинамикалық зерттеулерді қажет етеді. Зертханалық эксперименттер мен сандық модельдеу бұл зерттеуде маңызды құрал ретінде қызмет етеді, дегенмен нақты эксперименттер мен бақылаулар олардың қымбаттығына және жүргізудің күрделілігіне байланысты жиі шектеледі.

Компьютерлік көру мен табиғи тілді өңдеуді дамыту бөгеттер мен өзен жүйелерінің әрекетін талдау мен болжауда жасанды нейрондық желілердің рөлін арттырды. PINN сияқты физикаға негізделген нейрондық желілер эксперименттік деректердің үлкен көлемін қажет етпей-ақ модельдеуге инновациялық тәсілді қамтамасыз етеді. PINNS генерацияланған үлгілерден үйрену қабілетімен тартымды, бұл оларды деректер шектеулі тапсырмалар үшін өте қолайлы етеді.

Бұл зерттеуде су жылдамдығының, қысымының және тығыздығының көрсеткіштерін талдау үшін PINN пайдаланылады, бұл өзен арналарының

шөгуін болжауды жақсартуға ықпал етеді. PINN және Ansys жүйесіндегі дәстүрлі сандық модельдеу арқылы алынған нәтижелерді салыстыру жаңа әдістің артықшылықтарын көрсетеді, соның ішінде есептеуді жылдамдату және болжау дәлдігін жақсарту.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: Өзен арналарының ластануы мен шөгуін болжау үшін шөгінді жыныстарды тасымалдау үлгілерін әзірлеу сандық модельдеу арқылы физикалық есептерді шешуге негізделген. Болжам нәтижелерін алу үдерісін жеделдету үшін нейрондық желілер мен қашықтықтан зондтау деректері қолданылады.

Зерттеу міндеттері:

1. Зерттеу объектілері топографиясының параметрлерін, метеорологиялық сипаттамаларды және геологиялық ақпаратты қоса алғанда, деректерді жинау;
2. ЖҚЗ деректері мен далалық өлшеулер негізінде Сырдария өзенінің күрделі топографиясын және басқа геометриялық параметрлерді ескере отырып, зерттеу объектісінің үш өлшемді сандық моделін жасау қажет;
3. Далалық деректерді ескере отырып, қашықтықтан зондтау деректерін алдын ала өңдеу негізінде өзен арналары мен өзен арналарында ластану мен шөгуді болжау үшін деректер модельдерін құру;
4. Модельдерді құру және шөгу мен ластанудың сандық есептеулерін жүргізу, сондай-ақ ANSYS көмегімен өзен арналары мен өзен арналарында шөгінді жыныстардың тасымалдануы;
5. PINN моделін құру және өзен арналары мен өзен арналарының шөгуі мен ластануын болжау үшін есептеу эксперименттерін жүргізу;
6. Өзен арналары мен өзен арналарында шөгінді жыныстардың ластануы, шөгуі және тасымалдануы модельдерінің есептік эксперименттерінің нәтижелерін салыстырмалы талдау және бағалау.

Объектінің зерттеу нысаны: Зерттеу саласы - Шардара су қоймасы ауданындағы Сырдария өзені. Шардара су қоймасы каскадты су қоймаларының жүйесі болып табылады, ал Сырдария өзені алабының төменгі, жазық бөлігі лесс тәрізді құмды саздақтардан (саз бен құмның құрамы) және саздақтардан (топырақ типі) тұрады: құм, лай, саз және топырақ қоспасы тең пропорцияда). Нәтижесінде арналық су қоймалары тоқтатылған шөгінділердің ағынын толығымен ұстап тұрады, бұл оның шөгу процесін қалыптастырады. Бұл мәселені елемеу су қоймаларының тұтас каскадының шөгуіне әкеледі.

Зерттеу пәні: Сырдария өзені және оның арналары, шөгу және ластану процестері, бөгеттер.

Зерттеу әдістері: Навье-Стокс моделі және сандық енгізу, ANSYS, PINN, нейрондық желілер технологиясы, оқыту процесі, ЖҚЗ әдістері, бағдарламалау технологиясы

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы:

1. Алғаш рет Сырдария өзенінің аумағында ластануды және өзен арналарының тасқынын болжау мақсатында аумақтың нақты параметрлерін

ескере отырып, сандық модельдеу жүргізілді.

2. PINN (Physics-Informed Neural Networks) нейрондық желілері дәстүрлі сандық әдістермен салыстырғанда есептеу уақытын қысқартуға мүмкіндік беретін өзен арналарындағы шөгінділерді анықтаудың қолданбалы мәселесінде Навье-Стокс есептерін шешу үшін дәл бапталған.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы.

Зерттеу өзен арналарының ластануы мен шөгуін болжау үшін өндіруге және қашықтықтан зондтау деректеріне негізделген болжамдық әдістерді әзірлеуге ықпал етеді. Бұл тәжірибелер су шаруашылығы жүйелерін басқаруды жақсартады және қоршаған ортаға кері әсерлердің алдын алады.

Өзен арналарының ластануы мен шөгуін болжау су экожүйелерінің алдын алу және қалпына келтіру шараларын жеңілдетеді. Диссертациялық жұмыс өзен арналарында ластану мен шөгудің таралуын болжау үшін гидродинамикалық жағдайларды, жер бедерін, механикалық және табиғи әсерлерді ескеретін модельді ұсына отырып, шөгінді жыныстардың тасымалдану теориясының дамуына үлес қосады.

Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырым.

PINN архитектурасының нейрондық желісіне және ANSYS-тегі сандық модельдеуге негізделген өзендер мен өзен арналарының ластануы мен шөгуіне арналған шөгінді жыныстарды болжаудың әзірленген әдісі мен модельдері зерттелетін объектілердің проблемалық аймақтарын тиімді анықтауға мүмкіндік береді, Навье-Стокс моделімен PINN әдісін қолдану есептеу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. сандық модельдеумен салыстырғанда 20% -дан астам.

Сенімділік дәрежесі және апробациялау нәтижелері.

Диссертация бойынша зерттеудің негізгі нәтижелері 6 басылымда жарияланды. Оның ішінде ҚР БҒМ ҒК ұсынған журналдарда 3 мақала, Web of science базасына кіретін халықаралық ғылыми басылымдарда 1 жарияланым және халықаралық конференцияларда 2 жарияланым.

Диссертацияның негізгі ережелері 6 баспа жұмысында баяндалған, оның ішінде:

- Q2 импакт-факторы жоғары Web of Science индекстелген халықаралық ғылыми журналдарда 1 мақала: (Applied Sciences—miscellaneous),

Perizat Omarova, Yedilkhan Amirgaliyev, Ainur Kozbakova, Aisulyu Ataniyazova (2023). Application of Physics-Informed Neural Networks to River Silting Simulation. Applied Sciences. 13(21), 11983, <https://doi.org/10.3390/app132111983> (WoS, Q2, 2022 Impact Factor: 2.7, SJR= 0.492, Процентиль= 75)

ҚР ҰЭМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті (БҒСБК) ұсынған тізімдегі журналдардағы 3 мақала:

Amirgaliyev Y., Merembayev T., Omarova P., (2023), Mathematical modeling of water movement during a dam break using the vof method // Scientific Journal of Astana IT University, 14(14), 116–126.

<https://doi.org/10.37943/14NEBW7927>.

Әмірғалиев Е., Мерембаев Т., Омарова П.Т. (2023), Сығылмайтын тұтқыр ағын үшін бөгеттің бұзылуын сандық модельдеу // ҚазККА хабаршысы/ Автоматтандыру, телемеханика, байланыс, информатика/ 127 ТОМ № 4 (2023): ҚазККА хабаршысы (жоба)/ <https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/1335>

Әмірғалиев Е., Мерембаев Т., Омарова П.Т. (2023), Өзен арналарының ластануы мен өзендердің лайлануын сандық модельдеу // ҚазККА хабаршысы/ Автоматтандыру, телемеханика, байланыс, информатика/ 128 том № 5 (2023): ҚазККА хабаршысы (жоба) <https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/1416>

халықаралық және республикалық конференциялар материалдарындағы 2 мақала және ғылыми семинарлардағы баяндамалар:

Vladislav Rudakov, Timur Merembayev, Yedilkhan Amirgaliyev, Perizat Omarova. Time Series Analysis of Biogas Monitoring with Deep Learning Approaches // 5th International Conference on Problems of Cybernetics and Informatics (PCI 2023), Baku, Azerbaijan. August 28-30, 2023

Yedilkhan Amirgaliyev, Beibut Amirgaliyev, Perizat Omarova. Methods of data mining and their industrial applications. // 5th International Conference on Problems of Cybernetics and Informatics (PCI 2023), Baku, Azerbaijan. August 28-30, 2023

1 монография:

Омарова П.Т., (2023), Экологиялық процестерді болжауға арналған математикалық модельдеу. Монография // "Дарын" баспасы, ISBN 978-601-269-397-3, Алматы, ҚР БҒМ ҒК АТИ, 2023, – 152 бет.

Зерттеушінің жеке үлесі. Ізденуші зерттеудің негізгі міндеттерін табысты шеше отырып, ғылыми дербестіктің жоғары деңгейін және айрықша дербестігін көрсетеді. Диссертацияға авторлық үлес зерттеушінің жеке өзі алған түпнұсқа нәтижелерімен расталады. Зерттеудің тұжырымдамалық негізі мен ғылыми әдістемесі құрметті отандық ғалым, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Е.Н. Әмірғалиевпен және Польшадағы Люблин техникалық университетінің еңбек сіңірген шетелдік маманы, профессор Вальдемар Войчикпен бірлесе отырып әзірленді. халықаралық ғылыми қауымдастықтың интеграциясы және әлемдік ғылымға қосқан үлесі.

Авторлық жұмыс теориялық қағидаларды әзірлеуді, деректерді жинау мен талдауды, эксперименттер жүргізуді және модельдеуді қоса алғанда, бүкіл зерттеу процесінің маңызды бөлігін құрады. Зерттеушінің жобаға жеке қатысуы 90%-ға жететіні атап өтілген, бұл диссертацияда ұсынылған білімнің тереңдігін, тәсілдердің түпнұсқалығын және ғылыми нәтижелерге қол жеткізуге тікелей қосқан үлесін куәландырады.

Жұмыстың көлемі және құрылымы. Диссертация мыналардан тұрады -дан кіріспе, төрт бөлімдердің, қорытындылардың және әдебиеттер тізімінің. Диссертацияның жалпы көлемі: 112 беттердің жазбаша мәтіннің,

жылы том оның ішінде 57 суреттің, 10 кестелердің, тізімәдебиеттер тізімі - дан 69 көздерден, 5 қосымшалар.

Диссертацияның кіріспе бөлімінде Омарова П.Т. техногендік және табиғи әсерлер жағдайында қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін маңызды инженерлік құрылыстардың жағдайын бақылау және талдау мәселелерімен тығыз байланысты жұмыс тақырыбының өзектілігін негіздеді. Зерттеудің мақсаттары, объектісі, пәні мониторинг жүйелеріне қойылатын заманауи талаптарды ескере отырып айқындалады, зерттеу нәтижелері әзірлемелердің ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығын көрсетеді.

Бірінші бөлімде диссертацияларда бөгеттердің және басқа да гидротехникалық құрылыстардың ықтимал апатты жағдайларын диагностикалау әдістері мен тәсілдері жан-жақты талданады. Ағымдағы жағдайды және өзгерістер динамикасын бағалауға мүмкіндік беретін интерактивті графиктердегі деректерді жинауға және визуализациялауға арналған жабдықты қоса алғанда, зерттеу нысаны сипатталған.

Екінші бөлім дифференциалдық теңдеулерге негізделген модельдердің жаңа класына, оның ішінде уақыт қатарларының формальды анықтамасына және болжаудың қолданыстағы модельдеріне шолу жасауға арналған. Процестердің сызықтық емес динамикасын ескеретін модельдерді қоса алғанда, классикалық тәсілдер де, осы саладағы соңғы әзірлемелер де егжей-тегжейлі қарастырылады.

Үшінші бөлім нейрондық желілердің негізінде жатқан дифференциалдық теңдеулердің негіздеріне енгізеді. Математикалық аппаратты нейрондық желілерді параметрлеу және PDE шешімдерін жуықтау үшін пайдалану сипатталған, бұл процесс динамикасын модельдеуге икемді мүмкіндіктер береді.

Төртінші бөлім құрылыстарды цифрландырудан бастап деректерді визуализациялауға дейінгі мониторинг жүйесін әзірлеу мен енгізудің толық циклін қамтиды. Деректермен жұмыс істеудің әр кезеңінде ашық бағдарламалық шешімдер ұсынылған. Ұсынылған PDE негізіндегі модель дәстүрлі әдістермен салыстырғанда талдау мен болжау үшін жақсы мүмкіндіктер бере отырып, тұрақты емес және шулы уақыт қатарларымен тиімді жұмыс істейтіні көрсетілді.

Қорытынды бөлімде зерттеудің қол жеткізілген негізгі нәтижелері баяндалады, диссертация бойынша қорытындылар жасалады, сондай-ақ осы саладағы болашақ зерттеулердің бағыттары белгіленеді.