

Мкіlima Timoth-тың «8D07329 – Құрылыс» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған «Жерді пайдалану мен климаттың жағдайлардың өзгеру әсерін ескеретін жербөгеттердің тұрақтылық аспектілері» диссертациялық жұмысының
АНДАТПАСЫ

Диссертациялық зерттеудің мақматы

Жер пайдаланудағы өзгерістердің, экстремалды оқиғалардың және жербөгеті беткейінің тұрақтылығына жүктеме жағдайларының әлеуетті әсерін бағалау.

Зерттеу міндеттері

- Бөгеттің учаскесін сипаттау және таңдау үшін ГАЗ әдістерінің әлеуетті қолданылуын бағалау.
- Зерттелетін су алаптардағы жерді пайдалану/топырақ жамылғысының өзгеру үрдісі негізінде урбандалу қарқынын бағалау.
- Жер үсті жамылғысы мен төтенше оқиғаларға негізделген SCS қисықтарының саны әдісін қолдана отырып, зерттелген су алаптарындағы дауыл суларының ағынын бағалау.
- Жер пайдаланудағы/топырақ жамылғысындағы өзгерістердің әсерінен зерттелетін су алаптардағы ағынның өзгеру жылдамдығын бағалау.
- Зерттелген бөгеттердегі ағынның сипаттамаларына ағынның өзгеруінің ықтимал әсерін бағалау.
- Ағын сипаттамаларының өзгеруінің зерттелетін жербөгеттердің тұрақтылығына ықтимал әсерін бағалау.

Зерттеу әдістері

Географиялық ақпараттық жүйе мен сандық модельдеу тәсілдерінің үйлесімі нақты зерттелген аймақтардың әртүрлі мәселелерін зерттеуге мүмкіндік берді. Су жинау бассейніндегі ағынды жағдайларды бағалау үшін табиғи ресурстарды қорғау қызметінің қисық сызықтары (NRCS-CN) деп аталатын топырақ қорғау қызметі қисықтарының саны (CS-CN) әдісі қолданылды. Сонымен қатар, сандық модельдеу ағым жағдайларының зерттелетін үйінділер беткейлерінің тұрақтылығына әсерін зерттеу үшін қолданылды. Бұл зерттеуде виртуалды модельдер мен нақты мысалдар (Мсимбази, Ндембера, Нұра-Сарысу, Арал-Каспий және Арал-Сырдария) зерттелді.

Негізгі ережелері (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа да тұжырымдар)

Жер пайдаланудағы/топырақ жамылғысындағы өзгерістер және төтенше оқиғалар нәтижесінде су қоймаларының есептік шығыстары мен тереңдігі уақыт өте келе айтарлықтай өзгерді. Сонымен қатар, су жинау бассейндеріндегі ағынның ауытқуына байланысты бұл зерттеу судың ұзақ мерзімді деңгейі мен жүктеме жағдайлары үйінді бөгеттердің беткейлерінің тұрақтылығына айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті. Осы фактілерге сүйене отырып, бөгеттердің қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін

бөгетті жобалау кезеңінде су жинау жағдайын жер бедері мен климаттың өзгеруі тұрғысынан бағалау өте маңызды.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы

Ндембера су жинау бассейніндегі жерді пайдалану мен жер жамылғысының өзгеруін талдау нәтижесінде су, сулы-батпақты жерлер, тығыз орман, төмен қарқынды құрылыс, орташа қарқынды құрылыс және жоғары қарқынды құрылыс үшін жерді пайдалану жіктелісі алынды. 1990 жылы Ндембера су алабының көп бөлігі сулы-батпақты жерлер болды, олар бүкіл ауданның шамамен 56,57% құрады; жоғары қарқынды құрылыс жалпы ауданның 0,86% - ын, ал орташа қарқынды құрылыс 13,9% құрады. Алайда, 2011 жылы орташа қарқынды құрылыс жалпы аумақтың 54,7% - ын құрайтын су алаптың көп бөлігін қамтыды. Осыған ұқсас жағдай Қазақстандағы Шардара су алабында да байқалды, онда су алаптың басым бөлігі 2011 жылға қарай жоғары қарқынды құрылыс болып қайта құрылды.

Жерді пайдалану/топырақ жамылғысының өзгеруі және су алаптағы төтенше оқиғалар нәтижесінде су қоймаларының ағындары мен тереңдігі уақыт өте келе айтарлықтай өзгерді. Бұдан басқа, су алаптарындағы ағынның құбылмалылығы нәтижесінде осы зерттеу судың ұзақ мерзімді деңгейлері мен жүктеме жағдайлары жербөгеттердің беткейлерінің тұрақтылығына елеулі әсер ететінін көрсетті.

Сандық модельдеу көмегімен Бірінші виртуалды модельде су деңгейінің тез төмендеуі жағдайында ұзақ мерзімді су деңгейінің өзгеруінің жербөгет беткейінің тұрақтылығына ықтимал әсері зерттелді. Судың үш ықтимал ұзақ мерзімді деңгейі (он, сегіз және алты метр) қарастырылды. Зерттеу нәтижелері судың ұзақ мерзімді пайдалану деңгейі өзгерген кезде қауіпсіздік коэффициентінің мәні де өзгертінін көрсетті. Су деңгейі биіктігі 13 м үйін үшін 10 м-ден 6 м-ге дейін төмендеген кезде, су деңгейінің төмендеуімен тұрақты режимдегі қауіпсіздік коэффициенті шамамен 13,44% төмендегені анықталды. Жоғарғы ағыстағы беткей тез төмендейтін сценарийлерде судың ұзақ мерзімді деңгейі төмендеген сайын тұрақты бола бастаған кезде, төменгі ағыстағы беткей тұрақсыз бола бастады. Зерттеу жұмыстары сонымен қатар үйіннің еркін борты тұрақты режимдегі қауіпсіздік коэффициентіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін екенін көрсетті. Судың ұзақ мерзімді жұмыс деңгейінің өзгеруі қауіпсіздік коэффициентінің минималды мәндеріне де әсер етті, ал қауіпсіздік коэффициентінің ең жоғары минималды мәні 5 күндік түсу жылдамдығында 6 м су деңгейінде алынды, ал қауіпсіздік коэффициентінің ең төменгі мәні 10 м су деңгейі мен лезде түсу сценарийінің үйлесімінде алынды.

Екінші виртуалды модельде су деңгейінің тез төмендеуі жағдайында жоталы дренаж мөлшерінің бөгет беткейінің тұрақтылығына әсері зерттелді. Алынған нәтижелерге сәйкес, жағалаудың жоғарғы бьефіндегі кеуек суының қысымы төмендеді, өйткені жотаның дренажының мөлшері артты, ал төменгі бьефтегі кеуек суының қысымы жоғарылады. Сондай-ақ, жоталы дренаж мөлшерінің өзгеруі қауіпсіздік коэффициентінің өзгеруіне әкелетіні анықталды. Осы зерттеудің нәтижелері үйін топырақ деңгейінің тез

төмендеуіне ұшыраған кезде, жотаның дренажының мөлшері мен қауіпсіздік коэффициенті арасында айтарлықтай ықтимал байланыс бар екенін көрсетті.

Самарқанд бөгетінде 2,149 минималды қауіпсіздік коэффициенті үйін күніне 1 м жылдамдықпен құлаған кезде тіркелді; қауіпсіздік коэффициентінің минималды мәні шөгудің төртінші күнінде қол жеткізілді. Күніне 1 м шөгу жылдамдығы кезінде есептелген қауіпсіздік коэффициенті ұзақ мерзімді тұрақты күйде есептелген қауіпсіздік коэффициентінен 8,32%-ке төмен. Сонымен қатар, лезде шөгу жылдамдығын қолдана отырып есептелген қауіпсіздік коэффициенті ұзақ мерзімді стационарлық жағдайларды қолдана отырып есептелген қауіпсіздік коэффициентінен 32,85% аз.

Ндембера немесе Лугода бөгетінде гидроөткізгіштік мәні 10-7 м/с - қа дейін өзгерген кезде, ең төменгі қауіпсіздік коэффициентінің мәні 0,901-ге жетті, бұл 1-ден аз. Бұл құбылыс егер гидроөткізгіштік мәні 10-6 м/с-тан аз болса, онда үйін судың максималды деңгейінің жартысына дейін күніне 1 метр жылдамдықпен құлап кетуі мүмкін. Егер гидравликалық өткізгіштік мәні 10-6 м/с-тан аз болса, бұзылу қаупін болдырмас үшін су деңгейінің төмендеу жылдамдығын пайдалану керек. Осы зерттеудің нәтижелері беткейдің тұрақтылығы мен шөгу жылдамдығы мен үйін материалының сипаттамаларының үйлесуі тығыз байланысты екенін көрсетті.

Қазақстандағы Ақтөбе бөгетінде үйінді күніне 1 м шөгу жылдамдығының әсеріне ұшыраған кезде қауіпсіздік коэффициентінің ең төменгі мәні 1,486 болып белгіленді. Қауіпсіздік коэффициентінің мәні 10 күн ішінде шөккенге қарағанда 3,7% - ға жоғары, 5 күн ішінде шөккенге қарағанда 8,3% - ға жоғары және жылдам шөккенге қарағанда 48,6% - ға жоғары.

Қазақстанның Сырдария бассейніндегі Шардара бөгеті мысалында жербөгеті беткейінің тұрақтылығына су деңгейінің ұзақ уақыт тербелу әсері және жүктеме жағдайлары зерттелді. Пьезометриялық сызықтардың негізінде су қоймасы толығымен босатылғаннан кейін де үйіндегі кеуек суының қысымы айтарлықтай жоғары екендігі анықталды. 54,4% - ға дейінгі айырмашылықпен ұзақ тұрақты режимде алынған қауіпсіздік коэффициентінің мәні су деңгейінің тез төмендеуімен салыстырғанда көп болды. Нәтижесінде алынған мәліметтер су деңгейінің төмендеу сценарийлерінің үйіннің әртүрлі биіктіктеріндегі беткейлердің тұрақтылығына ықтимал әсерін зерттеу өте маңызды екенін көрсетеді.

Осыған байланысты бөгеттердің қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін бөгетті жобалау сатысында жер бетінің рельефі мен климаттық өзгермелі тұрғысынан су жинау жағдайын зерттеу өте маңызды.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығының негіздемесі

Бөгеттің бұзылуға ұшырауының маңызды және шешуші факторы - бұл судың мөлшері. Бөгеттерді жобалау мен салудың заманауи тәсілі бөгет салынуы керек уақытта су жинау бассейнінің жағдайына негізделеді. Алайда, бұл тәсіл жердің беткі қабатын уақыт өте келе су алап немесе су жинау бассейн жағдайын анықтау үшін жоғары әлеуетке ие маңызды факторлардың бірі ретінде елемейді. Сондықтан, ландшафт өзгерген кезде, әсіресе өткізбейтін

беттердің көбеюімен, бұл дауыл суларының жер бетіне қаншалықты тез сіңуіне немесе төменгі ағыс бөгетіне ағып кетуіне үлкен әсер етуі мүмкін. Жалпы алғанда, жердің беткі қабатындағы өзгерістер урбанизацияланған су жинау бассейнінде орналасқан бөгетке айтарлықтай қауіп төндіруі мүмкін екенін зерттеу болашақта жоғары төзімді бөгеттерді жобалауға көмектеседі. Өкінішке орай, алдыңғы жұмыстар жерді пайдаланудағы өзгерістер мен төтенше оқиғалардың жербөгеттердің беткейлерінің тұрақтылығына жан-жақты үйлесімін көрсетпеді, бұл жербөгетті жобалау кезеңінде осы факторларды дұрыс есепке алуды қиындатады. Осы зерттеуде алынған нәтижелер ұзақ уақыт бойы қалыптасқан білім алшақтығын жою үшін айтарлықтай әлеуетке ие, бұл жер пайдалану кезінде топырақ-өсімдік жамылғысының өзгеру функциясы ретінде су жинау бассейніндегі ағын сипаттамаларының өзгеруі нәтижесінде пайда болатын үйіндердің тұрақтылығының көптеген оқиғаларына әкелді.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі

Жерді пайдалану мен топырақ жамылғысының өзгеруін талдау топырақ пен суды сақтаудың маңызды аспектісі болып табылады, өйткені ол аймақтағы адамның жерді пайдалану құрылымын анықтай алады. Ғаламдық климаттың өзгеруіне төтеп беру және тұрақты дамуға қол жеткізу үшін жерді пайдалану заңдылықтарын зерттеу керек. Басқа жағынан, ағынды суларды тазарту жүйесін модельдеу су тасқынына сезімталдықты анықтауға және су тасқынының ықтимал стратегияларын анықтауға пайдалы тәсіл болып табылады. Бұл құбылыстар ағынды сулардың сипаттамаларын, сондай-ақ бөгеттің тұрақтылығын анықтауда маңызды. Беткейлердің тұрақтылығын талдау жасанды немесе табиғи беткейлерді (мысалы, қорғандар, жол учаскелері, ашық тау-кен жұмыстары, шұңқырлар, полигондар және т.б.) қауіпсіз жобалауды, сондай-ақ тепе-теңдік жағдайларын бағалау үшін қолданылады.

Сондай-ақ, бөгеттер инженерлерінің жерді пайдалану және топырақ-өсімдік жамылғысы мәселелері туралы жеткіліксіз хабардар болуы бүкіл әлемде жербөгеттердің бұзылу санының артуымен байланысты екенін атап өткен жөн. Құрылыс инженерлері су жинау шеңберіндегі жер жамылғысының өзгеруінің табиғаты мен мінез-құлқын, жер пайдалану мен жер жамылғысының өзгеруіне байланысты ағынның сипаттамаларын, сондай-ақ жоғары төзімді бөгеттерді жобалау үшін ағынның сипаттамаларына байланысты жағалаулардың тұрақтылық мәселелерін түсінуі керек.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы жазылады

По теме исследовательской работы было опубликовано 11 научных статей, в том числе:

5 – *Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған рецензияланатын ғылыми басылымдардағы мақалалар:*

1. The potential effects caused by long-term water level changes on embankment slope stability under rapid drawdown / A.K. Aldungarova, Ye.B. Utepov, **T. Mkilima**, A.S. Tulebekova, Sh.Zh. Zharassov // Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction. — 2022. — Vol. 83, No. 1. — P. 107–119. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2022.1-01>.

2. The influence of land use and land cover change on stormwater runoff in a highly urbanizing catchment. A case of Msimbazi catchment in Dar es Salaam city, Tanzania / **T. Mkilima** // Journal of Geography and Environmental Management. — 2021. — Vol. 63, No. 4. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v63.i4.03>.

3. Defining the boundaries and area of the Samarkand Reservoir catchment based on digital elevation models / A. Aldungarova, Y. Utepov, **T. Mkilima**, A. Tulebekova, Sh. Zharassov, A. Abisheva // Journal of Geography and Environmental Management. — 2021. — Vol. 62, No. 3. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v62.i3.03>.

4. Linear interpolation effectiveness on Terzaghi's bearing capacity factors for shallow foundations / Ye.B. Utepov, **T. Mkilima**, A.S. Tulebekova, A.B. Kazkeyev // VESTNIK KazNRTU. Ser. Technical Sciences. — 2020. — Vol. 141, No. 5. — P. 515–520.

5. Combination of GIS and remote sensing as a tool in civil engineering. A case of Maibalyk reservoir, Kazakhstan / **T. Mkilima**, Ye.B. Utepov // News of Kazakhstan Science. — 2020. — Vol. 147, No. 4. — P. 31–40.

3 – Қазақстанда және шетелде өткізілген халықаралық және республикалық конференциялар материалдарындағы мақалалар:

6. Development of GIS-based workflow on Dam design and analysis under changing land surface and climatic conditions / A.S. Tulebekova, **T. Mkilima**, Ye.B. Utepov // Proceedings of International Scientific and Methodological Conference MODERN TRENDS IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION: ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, BIM TECHNOLOGIES, PROBLEMS OF THE URBAN ENVIRONMENT. — Almaty, Kazakhstan: International Education Corporation, 2020. — P. 240–246.

7. Potential dam site characterization using geographical information system / **T. Mkilima** // Proceedings of 2. INTERNATIONAL TURKIC WORLD CONGRESS on SCIENCE and ENGINEERING. — Nur-Sultan, Kazakhstan: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2020. — P. 380–387.

8. Reservoir routing for a peak flow reduction in a floods-impacted catchment / **T. Mkilima**, Ye.B. Utepov // XX жыл сайынғы республикалық студенттік ғылыми студент және ғылым: болашаққа көзқарас конференция материалдарының жинағы: Т. 2. — Алматы, Қазақстан: Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, 2020. — С. 294–299.

3 – Scopus деректер базасында CiteScore бойынша кемінде 25 (жиырма бес) процентиль көрсеткіші бар халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдардағы мақалалар:

9. Dynamics of Embankment Slope Stability under Combination of Operating Water Levels and Drawdown Conditions / Ye.B. Utepov, A.K. Aldungarova, **T. Mkilima**, I.M. Pidal, A.S. Tulebekova, Sh.Zh. Zharassov, A. Abisheva //

Infrastructures. — 2022. — Vol. 7, No. 5. — P. 65.
<https://doi.org/10.3390/infrastructures7050065>. CiteScore: 2.5, проценти́ль: 58%.

10. The influence of material characteristics on dam stability under rapid drawdown conditions / Y. Uteпов, Z. Lechowicz, A. Zhussupbekov, Z. Skutnik, A. Aldungarova, **T. Mkilima** // Archives of Civil Engineering. — 2022. — Vol. LXVIII, No. 1. — P. 539–553. <https://doi.org/10.24425/ACE.2022.140184>. CiteScore: 1.0, проценти́ль: 25%.

11. Potential Impact of Land-Use Changes on River Basin Hydraulic Parameters Subjected to Rapid Urbanization / Ye.B. Uteпов, A. Aniskin, **T. Mkilima**, Zh.A. Shakhmov, G. Kozina // Tehnicki vjesnik - Technical Gazette. — 2021. — Vol. 28, No. 5. — P. 1519–1525. <https://doi.org/10.17559/TV-20200808134641>. CiteScore: 1.5, проценти́ль: 51%.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі

Диссертация Кіріспеден, бес тараудан, Қорытындыдан, Әдебиеттер тізімі және қосымшалардан тұрады. Ол 302 беттен тұрады, ішінде 170 сурет пен 50 кесте бар. Жұмыс Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ "Құрылыс" кафедрасында орындалды (Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан), оның қызметкерлеріне зерттеу кезінде көрсеткен қолдауы үшін жоғары ризашылық білдіріледі. Автор ғылыми консультанттары, PhD, Қауымдастырылған профессор Е.Б. Утеповке (Л. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан) және профессор Zbigniew Lechowicz (Варшава жаратылыстану ғылымдары университеті, Варшава, Польша) зерттеу және диссертация дайындау кезінде көрсеткен көмегі мен құнды кеңестері үшін шынайы алғысын білдіреді.