

**А.К. Толепбаева^{1,2,3} , С.О. Тұмажанова² , Р.К. Карагулова^{1,2} , А.А. Танбаева^{1,4},
Г. М. Искалиева^{1,4}**

¹ География институты, Қазақстан, Алматы қ.

² Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті (Сәтбаев Университеті),
Қазақстан, Алматы қ.

⁴ Қазақ Ұлттық Аграрлық Университеті, Қазақстан, Алматы қ.,

Корреспонденттік автор – А.К. Толепбаева, e-mail: akmaral1980@mail.ru

ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДАУ НЕГІЗІНДЕГІ ҒАЛАМДЫҚ ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫ: ЕРТІС ӨЗЕНІ ЖАЙЫЛМАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА

Қазіргі кезде жаңа технологиялар жақсы дамып жатқандықтан жер беті сулары аудандарының өзгеруін, жерді қашықтықтан зондаудың (ЖҚЗ) көмегімен алынған деректерді өңдеу негізіндегі көптеген зерттеулер жасалып, жер беті суы ауданының өзгеру себебіне болжамдар жасалуда. Бұл мақалада Landsat архивтік түсірілімдерінің негізінде құрастырылған жер беті суларының ғаламдық (Global Surface Water Explorer, GSWE) базасының деректерін қолдана отырып, базадағы әр бір жиынтықтан алынатын деректерді зерттеу аумағына жарамдылығын анықтауға және осы алынған мәліметтерді қолдану арқылы жер беті сулары аудандарының көпжылдық уақыт аралығында өзгеруін бағалауға арналған. Негізгі зерттеу нысаны – жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы жиынтықтар мен Ертіс өзенінің жайылмасы. Ғарыштық түсірілімдерден алынған деректер, өте көп ауқымды ақпараттарды өңдеуді қажет ететіндіктен, компьютерлік талдау мен синтез әдістері, ArcGIS жүйесіндегі өңдеу мен талдаудың күрделі құралдары және Python қолданылды. Зерттеудің нәтижесінде ЖҚЗ мәліметтері негізінде жасалған жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректерді, көптеген әдістер мен тәсілдерді қолданумен өңделді. Өңделген деректер негізінде Ертіс өзені жайылмасының су басу ауданының өзгеруі бағаланды. Жұмыс барысында GSWE базасындағы бірнеше жиынтықтардың өңделіп алынған деректері тексеріліп, Yearly Water Classification жиынтығының деректерін зерттеу аумағына пайдалануға болатындығы анықталды. Мақаланың құндылығына жер беті сулары аудандарының өзгеруін зерттеуде Жерді қашықтықтан зондау нәтижесінде алынған ғаламдық базалар деректерін пайдалану мен оларды өңдеу процестері және де зерттеу аумағының мысалында базадағы жиынтықтарға талдау жасалып, бағалау жатады. Жерді қашықтықтан зондау әдістері арқылы өте үлкен аумақтар мен қолжетімді емес аймақтарға қажет деректерді және сондай-ақ, көпжылдық мәліметтерді алуға болды. Мұндай деректер жер беті сулары аудандарының өзгеруіндегі заңдылықтарды анықтап, мемлекеттік басқару ұйымдарына тиімді шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондау негізінде алынған деректерді көптеген салаларға пайдалануға болады, оның ішінде су басу, экологиямен байланысты зерттеулер жасауға жақсы мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жерді қашықтықтан зондау (ЖҚЗ), ғаламдық деректер базасы, Landsat түсірілімі, жер беті сулары, су басу, жайылма.

**A.K. Tolepbayeva^{1,2,3}, S.O. Tumazhanova², R.K. Karagulova^{1,2}, A.A. Tanbayeva^{1,4},
G.M. Iskaliyeva^{1,4}**

¹ Institute of Geography, Kazakhstan, Almaty,

² Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,

³ Satbayev University, KazNRTU after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty,

⁴ Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan, Almaty,

Correspondent author – A.K. Tolepbayeva, e-mail: akmaral1980@mail.ru

Global database based on remote sensing of the Earth: on the example of the Ertis river floodplain

Currently, due to the wide development of new technologies, many researches of surface water dynamics are being conducted on the basis of remote sensing data (RSD) and predicting the causes of changes in surface water areas. This article is devoted to the assessment of long-term dynamics of surface

water areas based on remote sensing methods, using data sets of Global Surface Water Explorer (GSWE) of the Landsat archive database, as well as to identify the suitability of data from various database sets for the study area. The main object of research is the datasets of the GSWE database and the Ertis river floodplain. Due to the fact that remote sensing data requires processing a large amount of information, computer analysis and synthesis methods, complex processing and analysis tools of the ArcGIS and Python systems were used. As a result of the study, the dynamics of flooding of the Ertis River floodplain was estimated based on the results of processing data sets of GSWE using various methods and approaches of remote sensing. During the research, several processed data from the GSWE database were checked and the dataset of Yearly Water Classification was determined suitable for our study area. The value of the article is based on the use of materials obtained using the remote sensing of the global data base for studying changes in the surface water area, their processing, as well as analyzing and evaluating database sets using the example of the studied area. Using methods of remote sensing of the Earth, it is possible to study and obtain data on large territories, hard-to-reach areas of the earth, as well as to obtain long-term data. This information allows us to establish patterns of changes in surface water areas, and helps to make optimal decisions for government authorities. Materials obtained from remote sensing data can be used in various fields. In particular, when investigating areas of flooding, environmental studies, etc.

Key words: remote sensing, global database, Landsat surveys, surface water, flooding, floodplain.

А.К. Толепбаева^{1,2,3}, С.О Тұмажанова², Р.К. Карагулова^{1,2}, А.А. Танбаева^{1,4}, Г.М. Искалиева^{1,4}

¹Институт Географии, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³Сатбаев Университет, КазНУТУ имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

⁴Казахский Национальный Аграрный Университет, Казахстан, г. Алматы

Корреспондентский автор – А. К. Толепбаева, akmaral1980@mail.ru

Глобальная база данных на основе дистанционного зондирования: на примере поймы реки Ертис

В настоящее время, в связи с широким развитием новых технологий, на основе данных дистанционного зондирования (ДДЗ) проводится множество исследований динамики поверхностных вод и делается прогноз причин изменения районов поверхностных вод. Данная статья посвящена оценке многолетней динамики районов поверхностных вод на основе использования методов дистанционного зондирования с применением наборов данных глобальных исследований поверхностных вод (Global Surface Water Explorer, GSWE) архивной базы снимков Landsat, а также выявлению пригодности данных с различных наборов базы для исследуемой территории. Основной объект исследования – наборы данных базы глобальных исследований поверхностных вод (GSWE) и пойма реки Ертис. В связи с тем, что данные дистанционного зондирования требуют обработки большого объема информации, были использованы методы компьютерного анализа и синтеза, сложные инструменты обработки и анализа системы ArcGIS и Python. В результате исследования выполнена оценка динамики затопления поймы реки Ертис на основе результатов обработки различными методами и подходами ДДЗ наборов данных глобальных исследований поверхностных вод (GSWE). В процессе исследования проведена проверка нескольких обработанных данных базы GSWE и определен пригодный для нашей исследуемой территории набор Yearly Water Classification. Ценность статьи заключается в использовании материалов, полученных с помощью ДДЗ базы глобальных данных для исследования изменения территории поверхностных вод, процессе их обработки, а также анализе и оценке наборов базы данных на примере исследуемой территории. С помощью методов дистанционного зондирования Земли возможно исследование и получение данных на крупные территории, труднодоступные участки земли, а также получение многолетних данных. Такие сведения позволяют установить закономерности изменения участков поверхностных вод, на основе которых возможно принятие оптимальных решений для государственных органов управления. Материалы, полученные на базе данных дистанционного зондирования, можно использовать в различных сферах, и в частности, при исследовании районов затопления, экологических исследованиях и др.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), глобальные базы данных, снимки Landsat, поверхностные воды, затопление, пойма.

Кіріспе

Қазіргі кезде жер беті суларының қорын

сақтау мен оларды тиімді қолдану дүние жүзіндегі маңызды мәселелердің бірі болғандықтан, жер беті сулары аудандарының өзгеруі мен олардың

өзгеру себептерін, жайылмадағы су басуды зерттеу ең өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Соңғы уақыттарда жер беті суларының өзгеруін бақылау мен бағалау үшін ғарыштық түсірілімдер пайдаланып, картографиялануда және ғаламдық деректер базасы құрылып, модельдер жасалуда (J.-F. Pekel, 2016:418; D. Yamazaki, 2015:171; J.K. Thakur, 2017:1595).

Жерді қашықтықтан зондтау арқылы, жер беті суларының үлкен аумақтары мен әлі толық зерттеу жүргізілмеген аумақтарын зерттеп, көпжылдық деректерді жылдам алуға болады (N. Mueller, 2016:341; J. Shan, 2009:473; L. Gudina, 2014:23). Сондай-ақ, олар ашық дереккөздерінен болғандықтан, деректер үнемі жаңарып тұрады және көпшілікке қолжетімді.

Өте үлкен аумақты алып жатқан, флорасы мен фаунасының байлығымен ерекшеленетін Ертіс өзенінің жайылмасындағы жер беті сулары аудандарының өзгерісін зерттеу де Қазақстан үшін өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Ертіс өзені жайылмасындағы жер беті сулары мен су басу мәселелеріне отандық ғалымдардың да көптеген ғылыми еңбектері арналған (М.Ж. Бурлибаев, 2014:396; А.Р. Медеу, 2016:13; Царегородцева, 2005:248; Ю.И. Винокуров, 2014:161). М.Ж. Бурлибаевтың монографиясында Ертіс өзені жайылмасындағы жыл сайынғы су басуды анықтау мақсатында қолданылатын қазіргі әдістің дұрыстығына күмән келтіреді. Ол әдіс бойынша, негізгі арнамен ағып өткен ең көп су шығынын өзен бойында орналасқан елді мекендерге бекітілген бір биіктік бойынша ғана алып, өзеннің 20-30 км созылып жатқан аумағындағы су басу ауданын есептейді. Мұндай үлкен аумақты қамтып жатқан жайылмадағы су басуды, бір биіктік деңгейімен есептеп шығаруға болмайды.

Сондықтан Ертіс өзенінің жайылмасын зерттеуде жыл сайын су жіберудің тиімділігі мен су басу аудандарын тұрақты бақылап отыру үшін, Жерді қашықтықтан зондтаудың деректерін пайдалану керек. Зертеу барысында Landsat архивтік түсірілімдерінің негізінде жасалған Европалық комиссияның зерттеу орталығының жер беті сулары ғаламдық (Global Surface Water Explorer) жиынтығының деректерін пайдалануға негізделген әдістеме қолданылды (J.-F. Pekel, 2016:418). Жер беті суларының ғаламдық (Global Surface Water Explorer, GSWE) деректерін өзен суының кеңістіктік-уақыттық өзгеру динамикасын зерттеуге (H. Xia, 2019:18) ашық су қоймалары мен бөгендердің, көлдердің су бетін анықтау мен көлемінің өзгеруін (Y. Deng,

2019:2213; T. Busker, 2019:32) және сондай-ақ, атырау маңында орналасқан жерлерді (D. Sen-gupta, 2019:2621) зерттеуде де жиі қолдануда.

Мақаланың басты мақсаты – Жерді қашықтықтан зондтау негізінде жасалған жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы әр бір жиынтықтан алынған деректерді өңдеу және соның нәтижесінде алынған деректерді пайдаланып, Ертіс өзенінің жайылмасындағы жер беті суларының су басу ауданының өзгеруін бағалау.

Ғарыштық түсірілімдерден алынған деректер, өте көп ауқымды ақпараттарды өңдеуді қажет ететіндіктен, компьютерлік талдау мен синтез әдістері, ArcGIS жүйесіндегі өңдеу мен талдаудың күрделі құралдары және Python қолданылды.

Мақаланың құндылығына жер беті сулары аудандарының өзгеруін зерттеуде Жерді қашықтықтан зондтау нәтижесінде алынған ғаламдық базалар деректерін пайдалану мен оларды өңдеу процестері және де зерттеу аумағының мысалында базадағы жиынтықтарға талдау жасалып, бағалау жатады. Жерді қашықтықтан зондтау әдістері арқылы өте үлкен аумақтарға және қолжетімді емес аймақтарға қажет деректерді және сондай-ақ, көпжылдық мәліметтерді алуға болды. Мұндай деректер жер беті сулары аудандарының өзгеруіндегі заңдылықтарды анықтап, мемлекетке, басқару орындарына тиімді шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондтау негізінде алынған деректерді көптеген салаларға, оның ішінде экологиямен байланысты бағыттарда пайдалануға болады.

Деректер көздері мен әдістер

Жайылманың су басу динамикасын анықтау үшін, Европалық комиссия зерттеу орталығының жер беті суларын ғаламдық зерттеу (Global Surface Water Explorer, GSWE) деректерін пайдалануға негізделген әдістеме қолданылды. Бұл ғаламдық зерттеуге Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI 3 миллионнан артық архивтік ғарыштық түсірілімдері пайдаланылған. Зерттеу уақыты 35 жылды, яғни 1984-2018 жж. аралығын қамтиды (<https://global-surface-water.appspot.com>. Official site).

Ертіс өзені жайылмасының су басуын бағалау үшін 2000-2018 жж. уақыт аралығында, атап өткен ғаламдық жер беті сулары (GSWE) жиынтығындағы растрларды алдын-ала өңделді. Растрларды алдын-ала өңдеу дерек-

тер базасын дайындаудан тұрады, ол үшін барлығын бір проекцияға (WGS 1984) келтірілді, ArcGIS программасындағы Clip Raster құралын пайдаланып зерттеу аумағы кесіліп алынды, вектор қабатындағы Ертіс өзені жайылмасын растрға айналдырылды, растрлардың атрибуттарының кестесі құрылды және жаңартылды (Build Raster Attribute Table), содан кейін мозаикалардың деректер жиынтығы құрылды (Create Mosaic Dataset). Ғаламдық жер беті сулары жиынтығындағы (GSWE) растрлардан жер беті суларының динамикасы бойынша сандық деректерді алу үшін ArcGIS программасындағы «Зональді статистика» жиынтығының құралдары пайдаланылды. «Зональді статистика» – бұл белгілі бір зонаның ішіндегі статистикалық деректерді (пикселдер бойынша) есептейді. Зерттеу барысында зона ретінде Ертіс өзенінің жайылмасының маскасы қолданылды. Зональді статистика әдісінің көмегімен жайылманың максималды ауданы және тұрақты (Permanent), маусымдық (Seasonal) сулардың ауданы анықталды (А. Топебаева, 2020:7).

Су ресурстарының өзгеруін бағалау үлкен ауқымдағы жер бедері мен әртүрлі уақыт аралығын қамтитын мәліметтерді талдаудан тұратындықтан, өте ауқымды көлемдегі өте көп ақпараттарды өңдеу керек болды. Сондықтан, ғарыштық түсірілімдерден алынған деректерді өңдеу компьютерлік талдау мен синтез әдістеріне негізделетін жоғары өнімді құралдарды қажет етеді. Осыған байланысты растрлардан деректерді алу кезінде ArcGIS программасындағы өңдеу мен талдаудың күрделі құралдарымен бірге Python да қолданылды.

Зерттеуге бірнеше деректер жиынтығы қолданылды: Yearly Water Classification, Monthly Water History, Monthly Recurrence, Water Seasonality.

Yearly Water Classification – жер беті суларының бір жыл бойындағы маусымдық жіктелуі, jys4 растрдағы категориялар мынандай: 0 – су жоқ (no data), 1 – деректер жоқ (not water), 2 – маусымдық (seasonal) су және 3 – тұрақты (permanent) су.

Monthly Water History – бір жылдағы наурыз айынан қазан айына дейінгі айлар бойынша судың болуы.

Water Seasonality – 2014 ж. наурыз айынан 2015 ж. қазан айларының арасындағы тұрақты (permanent) су мен маусымдық (seasonal) суларды су жатқан айлардың санымен көрсеткен, яғни маусымдық сулар 1-4 ай шамасында ғана болса, 4 айдан көп жататын сулардың тұрақты су екендігін байқауға болады.

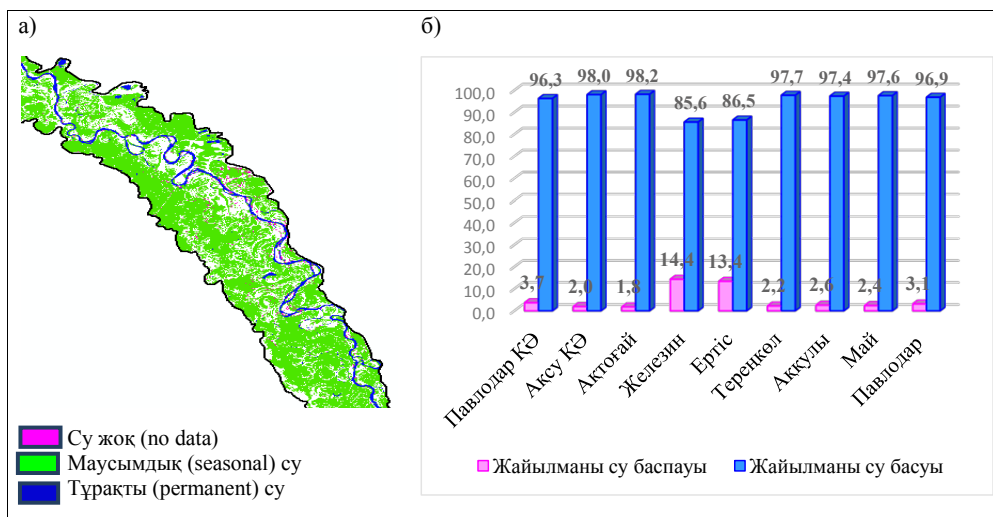
Алынған нәтижелер мен оларды талқылау

Ертіс өзенінің жайылмасы Ақтоғай, Аққулы, Ертіс, Май, Павлодар, Тереңкөл (Қашыр), Железин аудандары және Павлодар ҚӘ мен Ақсу ҚӘ аумақтарында жатыр. Осыған орай Landsat архивтік ғарыштық түсірілімдері негізінде жасалған Yearly Water Classification өнімінің растрларын өңдеудің нәтижесін талдап, 2010-2018 жж. Ертіс өзені жайылмасының жыл сайынғы су басу ауданының өзгеруі аудандар қимасында анықталды.

GSWE базасындағы Yearly Water Classification жиынтығын өңдеу нәтижесіндегі деректердің негізінде 2010 жыл мен 2013-2018 жылдарда Ертіс өзені жайылмасында жер беті сулары көп болғандығы анықталды, дегенмен 2017 жайылмадағы су 98,3% болса, 2018 жылы 75,2% болып, салыстырмалы түрде азайғандығын көрсетті. Сондай-ақ, 2011 (59,7%) жылы орташа сулы жыл болса, 2012 жыл (18,2%) суы аз жыл болып саналады.

GSWE базасының Yearly Water Classification жиынтығындағы деректерді өңдеудің нәтижесінде алынған, суы көп жылдардың бірі 2017 жылда, жайылмадағы жер беті суларының аудандары қаншалықты өзгергендігі аудандар қимасында 1-суретте бейнеленген.

Суы көп жылдар өзен суын жайылманы суландыру үшін су жіберу кезінде, тиімді параметрлерді таңдап, көп уақытқа, көп көлемде су жіберуге мүмкіндік береді. Ғаламдық жер беті сулары жиынтығы (GSWE) деректері бойынша (1-сурет), суы көп жылдары жайылмада су көп болғандықтан (95 %-дан жоғары) жақсы суланады, тек шеткі Ертіс пен Железинка аудандарында ғана жайылмадағы жер беті суының пайызы төмендейді (85-86 %), ол бұл аудандардың қашықтықта орналасуымен түсіндіріледі.

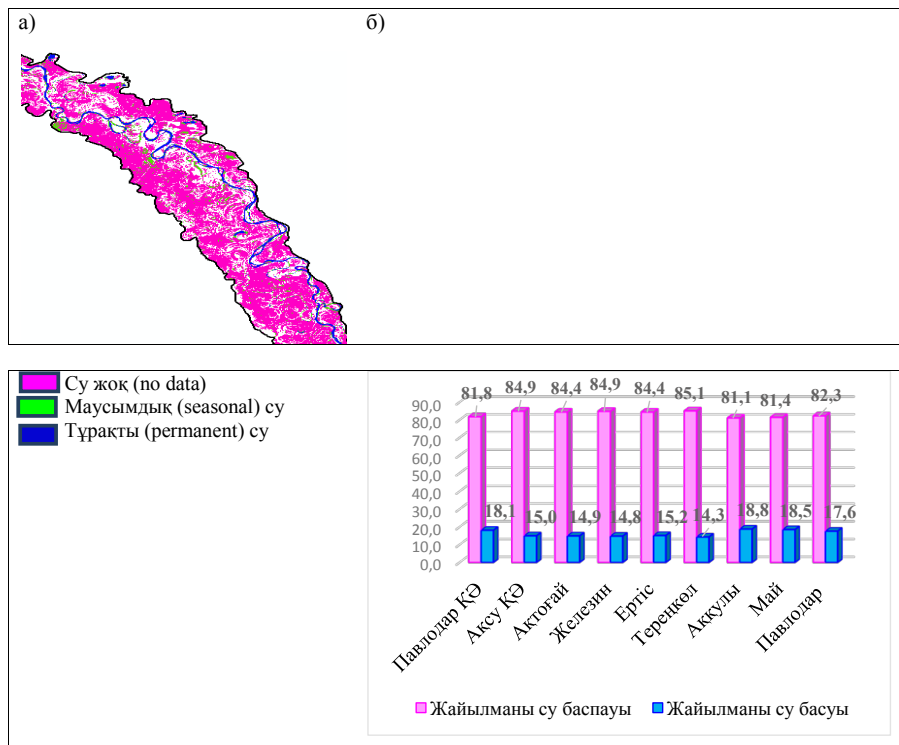


1-сурет – Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректер негізінде Павлодар облысының аудандар қимасында Ертіс өзені жайылмасындағы су басу ауданы, 2017 жыл.

- а) Yearly Water Classification растрындағы жайылманың суы көп 2017 жылдағы көрінісі,
- б) Жайылманың Yearly Water Classification деректері негізінде аудандар бойынша су басуы, % .

2012 жыл климаттық факторларға байланысты суы аз жыл болғандықтан, жайылмаға жіберетін жеткілікті су болмады, осыған байланысты Шүлбі су қоймасынан жайылмаға су өте аз

жіберілді. Ертіс өзенінің жайылмасында жер беті суы өте аз болған 2012 жылдағы көрінісін 2-суреттен көруге болады, ғарыштық түсірілімнен тек арнада ғана су болғанын көруге болады.



2-сурет – Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректер негізінде Павлодар облысының аудандар қимасында Ертіс өзені жайылмасындағы су басу ауданы, 2012 жыл.

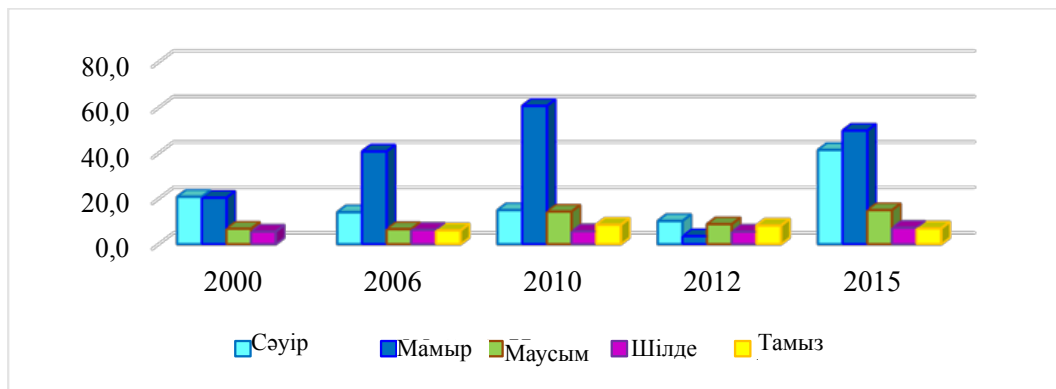
- а) Yearly Water Classification растрындағы жайылманың суы аз 2012 жылдағы көрінісі,
- б) Жайылманың Yearly Water Classification деректері негізінде аудандар бойынша су басуы, % .

Жерді қашықтықтан зондтау әдісінің негізінде алынған бұл деректер «Павлодар облысының жер қойнауын пайдалану, қоршаған орта және су ресурстары басқармасы» ММ ресми алынған, жайылмаға су жіберу деректерімен сәйкес келеді (№134 хат, 2019; Отчет Ертіс БИ, 2016:103). Сондықтан, жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығын, жер беті суы аудандарының жылдар бойынша өзгеру динамикасын анықтау үшін пайдалануға болады.

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Monthly Recurrence* жиынтығындағы мәліметтерді, Ертіс өзенінің жайылмасындағы су беті ауданының айлар

бойынша өзгерістерін анықтау үшін пайдалануға мүмкіншілік болмады. Себебі, кейбір жылдар мен айларда Landsat архивтік ғарыштық түсірілімдері мүлдем жасалмаған немесе бұлттылық жоғары болған. Осыған байланысты, растрлерде NoData мәні бар ұяшықтар көп. Ондай растрлерден нақты, дұрыс ақпарат алу мүмкін емес. Алынған деректердің дұрыстығы күмән туғызды.

GSWE өнімінің *Monthly Water History* наборында нақты бір айда судың болғандығын көрсетеді, мысалы, 3-суреттегі диаграммадан Ертістің Павлодар аумағындағы жайылмасында жер беті суының көптігі мамыр айына келетіндігін көруге болады.



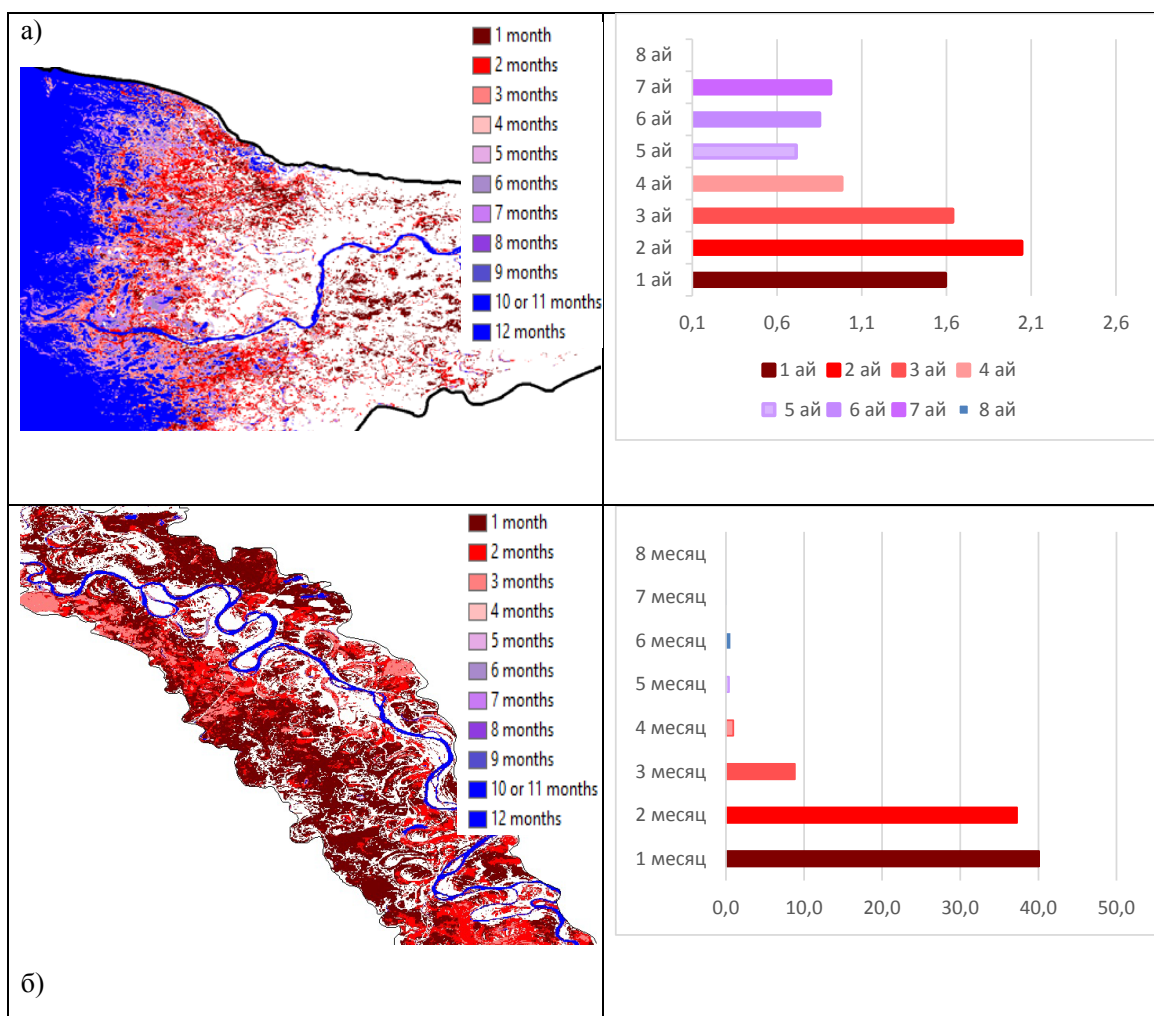
3-сурет – GSWE өнімінің *Monthly Water History* жиынтығының негізінде алынған деректер бойынша Ертіс өзені жайылмасындағы судың айлар ішінде өзгеруі; %

Ертіс өзенінің Павлодар облысындағы жайылмасында жер беті суының мамыр айында көп болуы, Ертіс өзеніндегі су жіберулермен байланысты. Көктем кезіндегі су жіберудің негізгі көлемі Шулбі су қоймасының су жіберу есебінен қалыптасады. Жайылмадағы су жіберу негізінен сәуір айының ортасынан басталып, мамыр айының екінші жартысына дейін барады (№134 хат, 2019). Ғарыштық түсірілімдерді өңдеудің нәтижесінде алынып отырған *Monthly Water History* жиынтығындағы деректер осыны көрсетеді.

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) де-

ректер базасындағы *Monthly Water History* жиынтығынан 3-суретте берілген таңдаулы жылдармен ғана жұмыс жасадық. Себебі, бұл жиынтықта да жоғарыда айтылған Landsat ғарыштық түсірілімдеріндегі кейбір жылдар мен айларда NoData мәні бар ұяшықтар көп.

GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығынан 2014 жылдың наурыз айынан 2015 жылдың қазан айы аралығындағы тұрақты су мен маусымдық судың жатуы және су болған айлардың саны жайлы деректерді алуға болады (4-сурет).



4-сурет – GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығынан алынған деректер бойынша Ертіс өзенінің жайылмасының фрагменті (а) Ертіс өзенінің Жайсан көліне құятын жері, б) Павлодар облысы аумағындағы Ертіс өзенінің жайылмасы

4-суреттен GSWE өнімінің *Water Seasonality* растрын өңдеуден алынған деректер негізінде, егер жайылмадағы су 1-2 ай ғана жататын болса – маусымдық (seasonal) су екендігін, ал жайылмадағы жер беті суы 8-12 ай жатса, тұрақты (permanent) суға жататындығын көруге болады, ол су өзен арнасы немесе көлдің тұрақты су деңгейін көрсетеді. Павлодар облысының тұсындағы Ертіс өзені жайылмасындағы жер беті суы ауданының көп пайызын 1-2 ай ғана жататын маусымдық сулар құрайды, мұндай маусымдық сулардың ауданы әр жыл сайын Шүлбі су бөгенінен жайылмаға жіберілетін суға тікелей байланысты (№134 хат, 2019).

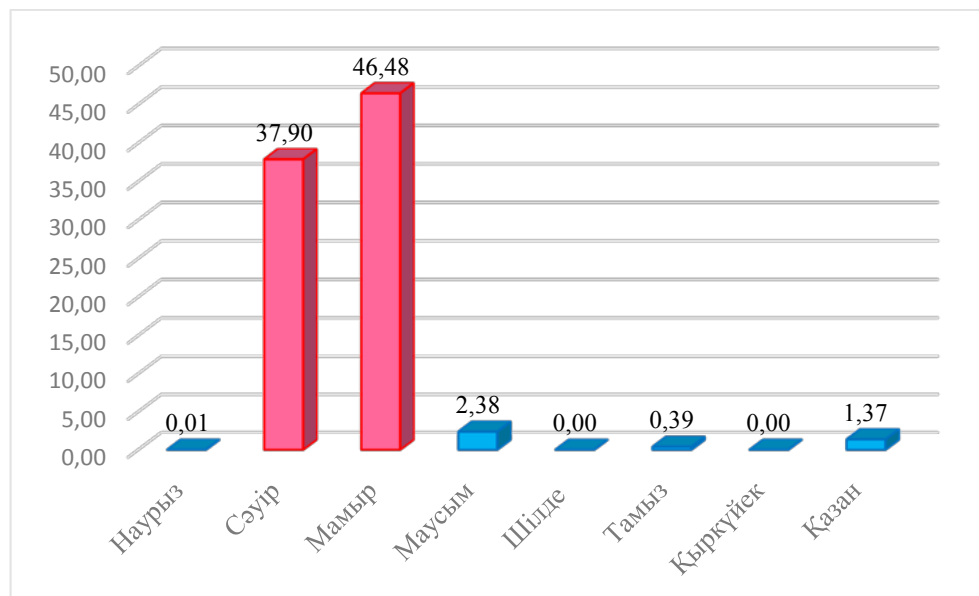
5-суретте GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығындағы деректерден жер беті сулары ауданының айлар ішіндегі өзгеру динамикасы

анықталды, бірақ бұл деректер бір жылға ғана берілген, яғни тек 2014-2015 жылдарды қамтиды.

2014-2015 жылдардағы жер беті сулары ауданының айлар ішіндегі өзгеру динамикасын алынған *Water Seasonality* жиынтығындағы өңделіп алынған деректерге сүйенсек, Павлодар облысының Ертіс өзенінің жайылмасында мамыр айында жер беті суының көп екендігін көруге болады. Ғарыштық түсірілімдер негізінде алынған бұл деректер жайылмадағы жер беті суының мамыр айында көп болуы, жоғарыда айтылған Шүлбі су қоймасынан жайылмаға жіберілетін суымен тікелей байланыстылығын дәлелдейді. Көктем уақытындағы жайылмаға су жіберулер сәуір айында басталып, мамырдың ортасына дейін барады. Ертіс өзенінің жайылмасына жыл сайын көктемде жіберілетін

су жайылманың флорасы мен фаунасының өмір сүретін экологиялық ортасын, биологиялық өнімділігін сақтау мақсатында жүзеге

асырылады (№134 хат, 2019; М.Ж. Бурлибаев, 2014:396; М. Бейсембаева, 2015:781; Отчет Ертіс БИ, 2016:103).



5-сурет – Water Seasonality жиынтығынан алынған деректер бойынша Павлодар облысы аумағындағы Ертіс өзені жайылмасының жер беті сулары ауданының 2014-2015 жылдардағы айлар бойынша өзгеруі, %

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Water Seasonality* жиынтығының алынған деректерді пайдалануға болады, бірақ бұл деректер жер беті суы аудандарының 2014-2015 жылғы бір жылдық өзгерісін ғана бере алады.

Қорытынды және тұжырымдама

Сонымен жерді қашықтықтан зондтаудың (ЖКЗ) көмегімен жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы (Landsat архивтік түсірілімдері) әртүрлі растрлік жиынтықтардан бірнеше әдіс-тәсіл, құралдарды пайдалана отырып, жер беті сулары туралы деректерді алып, өңдедік. Алынған деректер негізінде, Ертіс өзені жайылмасындағы жер беті суы ауданының өзгеруі бағаланды. Алынған деректерді өңдеу мен талдау негізінде, келесі тұжырымдамаларды жасадық:

– Жерді қашықтықтан зондтау деректерінің көмегімен жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығын, жер беті суы аудандарының жылдар бойынша өзгеру динамикасын анықтау үшін пайдалануға болады.

– Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Monthly Water History* жиынтығынан алынған деректерді бағалағанда, тек таңдаулы жылдармен ғана жұмыс жасадық.

– Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Water Seasonality* жиынтығынан алынған деректерді пайдаландық. Бұл деректер жер беті суы аудандарының 2014-2015 жылғы бір жылдық өзгерісін ғана береді.

Қорыта келгенде Жерді қашықтықтан зондтау әдісін пайдалана отырып, жер беті сулары ауданының өзгерісін бағалауға болады. Зерттелген аумақтың жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығы жайылмаға жыл сайын су жіберудің тиімділігі мен су басу аудандарының динамикасының өзгеруін тұрақты бақылап, талдау жасап, тұжырымдама жасауға мүмкіндік береді. Landsat ғарыштық түсірілімдерін өңдеу арқылы алынған деректердің дұрыстығы жұмыс барысында тексерілді.

Жер беті сулары деректерінің ғаламдық базасындағы (GSWE) деректерді әр аумақтарға алып көру керек, әлі де зерттеуді қажет етеді.

Жерді қашықтықтан зерттеу негізінде

алынатын мұндай деректер бақылаудың көп жылдарды қамтитындығымен және деректерді алу мен оларды өңдеудің жылдамдығымен ерекшеленеді және сондай-ақ, жерді қашықтықтан

зондтау деректері өте кең ауқымды қамтитын аумақтар мен адам баруға қиын жерлерге зерттеу жүргізгенге де қолайлы.

Әдебиеттер

- Pekel J.-F., Cottam A., et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Jornal of Nature*. No 540. pp. 418-422.
- Yamazaki D., Trigg M.A., et al. (2015) Development of a global ~90 m water body map using multi-temporal Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 171. pp. 337–351.
- Thakur J. K., Singh S.K., et al. (2017) Integrating remote sensing, geographic information systems and global positioning system techniques with hydrological modeling. *Appl Water Sci*. Vol. 7. pp. 1595–1608.
- Mueller N., Lewis A., et al. (2016) Water observations from space: Mapping surface water from 25 years of Landsat imagery across Australia. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 174. pp. 341–352.
- Shan J., Hussain E., et al. (2009) Flood mapping and damage assessment – A case study in the state of Indiana. *Geospatial Technology for Earth Observation*. Springer. pp. 473–495.
- Gudina L. F., Henrik Meilby, etc. (2014) Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. № 140. pp. 23-35.
- Бурлибаев. М.Ж. Затопление поймы Ертіс – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: Издательство «Қағанат», 2014. – 396 с.
- Медеу А.Р., Мальковский И.М., Төлеубаева Л.С. Водная безопасность – глобальная проблема 21 века // Вопросы географии и геоэкологии. – 2016. – № 1. – С. 3-13.
- Царегородцева А. Г. Гидроэкология пойменных ландшафтов (Павлодарское Прииртышье). – Павлодар, 2005. – 248 с. ISBN 9965439192.
- Винокуров Ю. И. и др. Экологические риски в трансграничном бассейне реки Иртыш. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 161 с.
- Xia H. et al. (2019) Changes in Water Surface Area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat Data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*. № 11. P. 18.
- Busker T. et al. (2019) A global lake and reservoir volume analysis using a surface water dataset and satellite altimetry. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. No. 23, pp. 669-690.
- Sengupta D. et al. (2019) Mapping Trajectories of Coastal Land Reclamation in Nine Deltaic Megacities using Google Earth Engine. *Remote sensing*. 11. P. 2621.
- <https://global-surface-water.appspot.com/> The Global Surface Water Explorer. Official site. Accessed 12.12.2019
- Tolepbayeva A. K., Tanbayeva A.A., Karagulova R. K. et al. (2020) Estimation of the changes in water area based on the use of archives satellite images of landsat satellites (on the example of the Ertis river). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. Volume 3. P.7.
- Письмо №134 от 26.04.2019 г. Акимат Павлодарской области. ГУ «Управление недропользования, окружающей среды и водных ресурсов Павлодарской области».
- Отчет о деятельности Ертісской бассейновой инспекции по регулированию использованию и охране водных ресурсов за период 2010-2016 годы. – Алматы, 2016. – 103 с.
- Бейсембаева М.А., Базарбеков К.У. Влияние природоохранных попусков на гидрологический режим реки Иртыша в пределах территории Павлодарской области Республики Казахстан. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Проблемы прикладной экологии. –2015. – Т. 17. – №4 (4). – С. 781-787.

References

- Pekel J.-F., Cottam A., et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Jornal of Nature*. No 540. pp. 418-422.
- Yamazaki D., Trigg M.A., et al. (2015) Development of a global ~90 m water body map using multi-temporal Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 171. pp. 337–351.
- Thakur J. K., Singh S.K., et al. (2017) Integrating remote sensing, geographic information systems and global positioning system techniques with hydrological modeling. *Appl Water Sci*. Vol. 7. pp. 1595–1608.
- Mueller N., Lewis A., et al. (2016) Water observations from space: Mapping surface water from 25 years of Landsat imagery across Australia. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 174. pp. 341–352.
- Shan J., Hussain E., et al. (2009) Flood mapping and damage assessment — A case study in the state of Indiana. *Geospatial Technology for Earth Observation*. Springer. pp. 473–495.

Gudina L. F., Henrik Meilby, etc. (2014) Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. № 140. pp. 23-35.

Burlibaiyev. M.ZH. (2014) Затопление поймы Ертыса - главный фактор применения развития речной экосистемы [Flooding of the Ertis floodplain - the main factor of sustainable development of the river ecosystem]. - Almaty: Izdatelstvo «Kaganat», pp. 32-95.

Medeu A.R., Mal'kovskiy I.M., Toleubayeva L.S. (2016) Vodnaya bezopasnost' – global'naya problema 21 veka [Water security - a global challenge of the 21st century]. *Voprosy geografii i geoekologii*, no 1, pp. 3-13.

Tsaregorodtseva A.G. (2005) Gidroekologiya poymennykh vidovftov (Pavlodarskoye Priirtyshye) [Hydroecology of floodplain landshafts (Pavlodarskoye Irtysh)]. P. 248.

Vinokurov YU. I. i dr. (2014) Ekologicheskiye riski v transgranichnom bassejne reki Irtysh [Environmental risks in the transboundary basin of the Irtysh river]. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, P. 161.

Haoming Xia et al. (2019) Changes in Water Surface Area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat Data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*. № 11. P. 1824.

Busker T. et al. (2019) A global lake and reservoir volume analysis using a surface water dataset and satellite altimetry. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* No. 23, pp. 669-690.

Sengupta D. et al. (2019) Mapping Trajectories of Coastal Land Reclamation in Nine Deltaic Megacities using Google Earth Engine. *Remote sensing*. 11. P. 2621.

<https://global-surface-water.appspot.com/> The Global Surface Water Explorer. Official site. Accessed 12.12.2019

Tolepbayeva A. K., Tanbayeva A.A., Karagulova R. K. et al. (2020) Estimation of the changes in water area based on the use of archives satellite images of landsat satellites (on the example of the Ertis river). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Volume 3. P.7.*

Pismo №134 ot 26.04.2019 g. Akimat Pavlodarskoy oblasti. GU «Upravleniye nedropolzovaniya, okhrany okruzhayushchey sredy i vodnykh resursov Pavlodarskoy oblasti.

Otchet o deyatel'nosti Yertisskoy basseynovoy inspeksii po regulirovaniyu ispol'zovaniyu i okhrane vodnykh resursov za period 2010-2016 gody. - Almaty, 2016. - 103 s.

M. A. Beysembayeva, K. U. Bazarbekov. (2015) Vliyaniye prirodookhrannykh rezhimov na gidrologicheskiy rezhim reki Irtysha v predelakh territorii Pavlodarskoy oblasti Respubliki Kazakhstan [Influence of nature-protected releases on the hydrological regime of the Irtysh river within the territory of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Problemy prikladnoy ekologii*. - T. 17. - №4 (4). pp. 781-787.