

А.Ф.Жандияр, М.Б.Арыстанов, А.Е.Алдиярова, А.Н.Калмашова*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
508291@kaznaru.edu.kz, arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz,
Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz*

ШЕЛЕК ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Мақалада Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі ең ірі су ағындарының бірі болып табылатын Шелек өзенінің гидрографиялық және гидрологиялық сипаттамасы жан-жақты берілген. Зерттеу барысында көпжылдық бақылаулар негізінде өзен ағыны бағаланды. Бұл ретте корреляциялық әдістерді пайдалану арқылы жетіспейтін деректер қалпына келтіріліп, олардың репрезентативтілігі мұқият тексерілді. Жүргізілген есептеулер нәтижесінде орташа көпжылдық су шығыны 41,8 м³/с деңгейінде екендігі анықталды, ал бақылау қателігі 2–8% аралығында өзгереді. Сонымен бірге, ағынның құбылмалығының айқын белгілері байқалды, олар жылдар арасындағы елеулі ауытқулардан, соның ішінде кейбір кезеңдерде өте төмен мәндерден көрініс тапты. Дегенмен, мұндай ауытқуларға қарамастан, су шаруашылығын жоспарлау ісінде стационарлық тұжырымдаманы қолдану ғылыми тұрғыдан негізделген және тиімді болып қала береді.

Зерттеу нәтижелері су ресурстарын модельдеуде, ирригациялық әлеуетті бағалауда, климаттың өзгеруі жағдайында бейімделу стратегияларын әзірлеуде, сондай-ақ өңірлік экожүйелердің тұрақтылығын талдауда қолдануға болады. Сонымен қатар, жүргізілген есептеулер мен тұжырымдар жерүсті суларын ұтымды пайдалану схемаларын жетілдіру үшін ерекше практикалық маңызға ие және болашақта гидрологиялық режимді болжаудың негізін қалыптастырады. Осылайша, бұл жұмыс су ресурстарын басқару, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету және қоршаған ортаны қорғау саласында шешім қабылдау үшін маңызды ғылыми және қолданбалы база ұсынады.

Кілт сөздер: *гидрология, орташа көпжылдық ағын, сулылығы, корреляциялық әдістер, стационарлық, су ресурстары, климаттық өзгерістер.*

Кіріспе

Шелек өзенінің алабы Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігін қамтиды және күрделі гидрографиялық құрылымымен ерекшеленеді. Таулы бөлігінде өзен, негізінен мұздық және қар сулары есебінен қоректенетін 45-тен астам салаларды қабылдайды. Олардың ішіндегі ең ірілері – Жіңішке, Сарыбұлақ және Ассы өзендері. Төменгі ағысында, гидрометриялық бекеттен шамамен 4 – 5 км төмен орналасқан сағасы бөлігінде, Шелек өзеніне Тереңқара өзенінің сол жақ саласы құяды. Шелек өзенінің Қапшағай су қоймасына құяр тұсындағы сағалық аймағы батпақтануымен сипатталады. Бұл өзен арнасының еңістігінің аздығына және ағынның баяу қалпына байланысты [1].

Гидрологиялық сипаттамаларына сәйкес, Шелек – мұздықпен қоректенетін биік таулы өзендер типіне жатады. Ең мол су өтімі жаз мезгілінде (мамыр–тамыз) байқалады, бұл мұздықтардың қарқынды еруімен байланысты. Осыған орай, өзен жоғары сулылығымен және су өтімінің маусымдық ауытқуларының айқындылығымен ерекшеленеді.

Қарастырылып отырған аумақтың климаты тұтастай континенттік болып табылады, бірақ ол аймақтың едәуір кеңдігіне және рельефтегі айқын айырмашылықтарға байланысты айтарлықтай өзгереді. Жазық және аласа таулы аймақтардың климатының негізгі сипаттамалары жыл бойынша да, күн сайын да температураның ауытқуының жоғары амплитудасы, суық қыс, сондай-ақ ұзақ, ыстық және құрғақ жаз болып табылады.

[1] зерттеу жұмысында негізгі дереккөз ретінде өзен бойындағы екі гидрологиялық бекет қарастырылған: Малыбай ауылы тұстамасындағы және Бартоғай су қоймасындағы. Малыбай бекетінде жүргізілген ұзақмерзімді бақылау (1956–2018 жж., 48 жыл) негізінде өзен ағынының және Бартоғай су қоймасының гидрологиялық сипаттамалары анықталған. Есептеулер нәтижесінде су қоймасының табиғи су ресурстарының орташа жылдық көлемі 971,04 млн.м³ екендігі көрсетілген, бұл мәліметтер оның суармалау, шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерді қамтамасыз ету және өзен ағынын маусымдық реттеу мақсатында кеңінен пайдаланылатынын дәлелдейді. Сондай-ақ соңғы онжылдықтарда өзен режиміндегі өзгерістердің антропогендік факторлармен, атап айтқанда суармалау үшін су алу, халық шаруашылығының басқа да қажеттіліктері, өзенге қайтарынды сулардың түсуі, су қоймалары мен тоғандардың салынуы сияқты әрекеттермен тікелей байланысты екендігі атап өтілген.

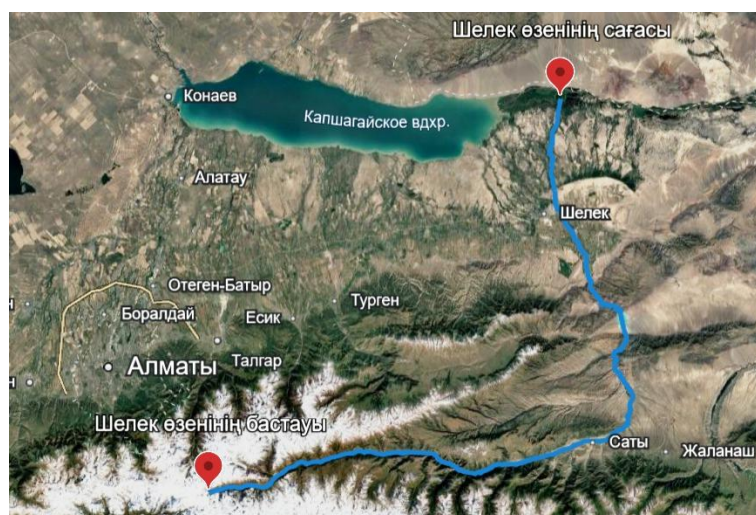
Сонымен қатар, Шелек өзені суының лайлылығының жоғары болуымен де ерекшеленеді. Бұл өзен арнасы мен су жинау алабындағы белсенді эрозиялық үдерістермен түсіндіріледі. Бартоғай су қоймасы салынғанға дейін, Малыбай ауылы маңында өзен суының орташа жылдық лайлылығы 738 г/м³ болған. Су ағынын реттеу және лайларды тұндыру қызметін атқаратын су қоймасы пайдалануға берілгеннен кейін бұл көрсеткіш 12 есе азайып, шамамен 82 г/м³ деңгейіне дейін төмендеді. Бұл өзгеріс суару жүйелерінің жұмыс жағдайына оң әсер етіп, каналдар мен су алу құрылыстарының лайлану қаупін азайтты [2].

Әдістер мен материалдар

Шелек өзені ауыл шаруашылығының қажеттіліктері үшін сумен қамтамасыз етудің маңызды көзі болып табылады және оның гидрологиялық режимі аймақтың суару әлеуетін қалыптастыруға айтарлықтай әсер етеді. Шелек өзенінің қазіргі гидрологиялық жағдайын зерттеу барысында бақылау деректерін жүйелеу, статистикалық талдау және гидрологиялық есептеулер қолданылған.

Кесте 1 – Өзендердің негізгі гидрографиялық сипаттамалары

Су ағынының атауы	Құятын жері	Сағадан қашықтығы, км	Су ағынының ұзындығы, км	Су жинау алаңы, км ²
Шелек өзені	Қапшағай су қоймасы	-	245	4980



Сурет 1 – Шелек өзенінің географиялық орналасу картасы

Өңірдегі ең ірі гидротехникалық құрылыс Үлкен Алматы каналы (ҰАК) болып табылады. Бартоғай су қоймасымен бірге ол Түрген, Есік, Талғар, Үлкен және Кіші Алматы, Қаскелең және Шамалған өзендерінің бассейндері бойынша су тарату мақсатында Шелек өзенінің ағынын реттеу үшін қызмет етеді.

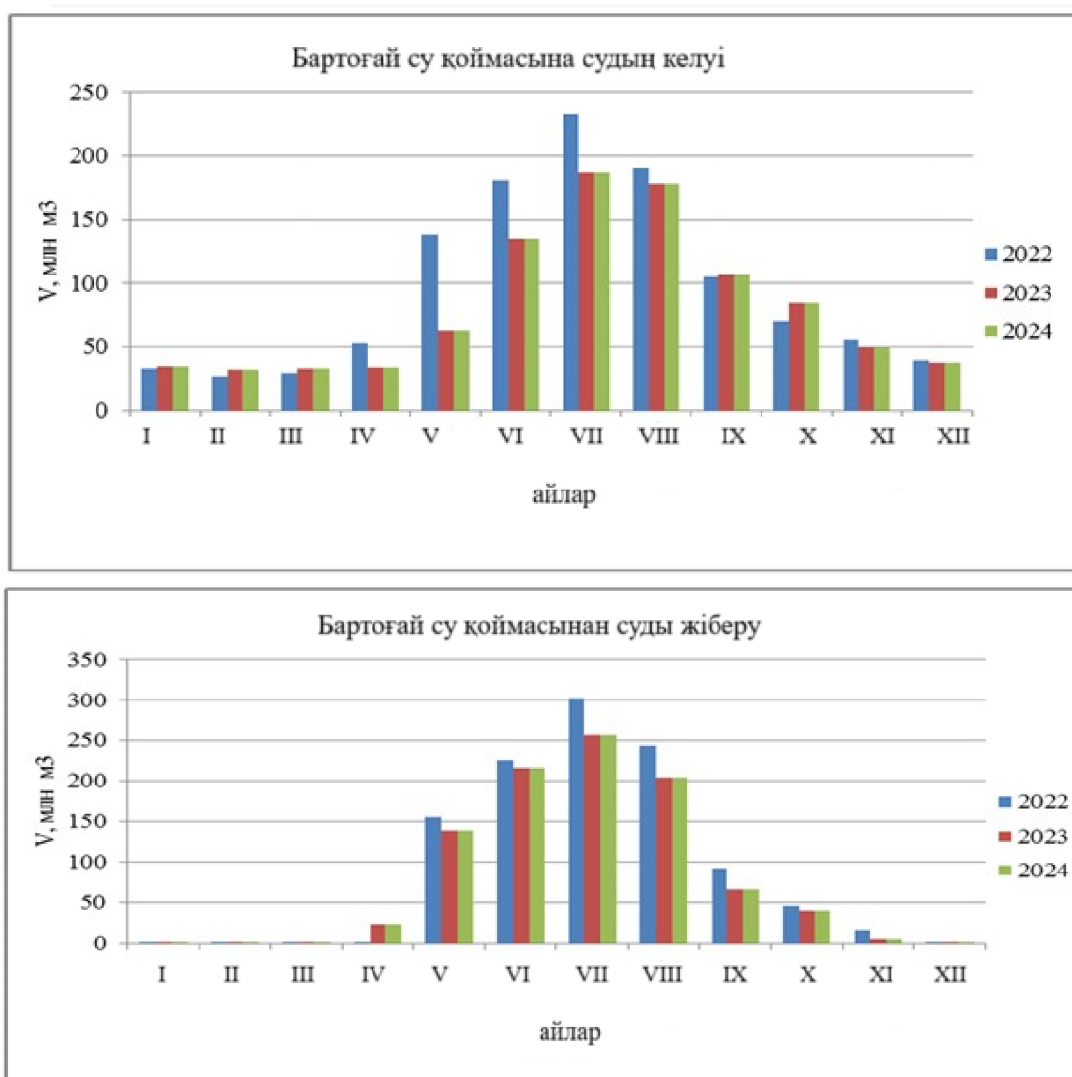
Нәтижелер және талқылау

Суармалау мақсатында судың қарқынды алынуы және тау етегіндегі аудандарда сүзілудің (инфильтрацияның) айтарлықтай шығындарына байланысты, көптеген салалар өз суларын Іле өзеніне дейін жеткізе алмайды. Алаптың табиғи жағдайларының әртүрлілігі мен күрделі жер бедері жыл бойы Іле өзенінің қоректенуі мен су режимінде айтарлықтай айырмашылықтардың болуына әсер етеді. Зерттеліп отырған өзендердің су ағынының негізгі бөлігі көктем-жаз мезгіліне (наурыздан қазанға дейін) тиесілі [3–5]. Өзендердің қоректенуі маусымдық қар қоры, жауын-шашын және жер асты сулары, сондай-ақ мәңгі қар мен мұздықтардың еруі есебінен қамтамасыз етіледі. Жауын-шашынмен келетін ағын, негізінен қар суының тасқыны кезінде қалыптасып, шамамен 10%-ды құрайды. Орта есеппен 30%-ын құрайтын жер асты сулары да өзендердің қоректенуінде маңызды рөл атқарады. Жер бедерінің биіктігіне байланысты климаттық жағдайлар мен топырақ-бедерлік факторлар өзгеріп, бұл өзендердің қоректену түріне әсер етеді. Биік таулы аймақтарда өзендердің негізгі қорек көзі — қазіргі мұздану процесі болып табылады. Ал орташа және аласа таулы өңірлерде маусымдық қар жамылғысының, сұйық жауын-шашынның және жер асты суларының маңызы артады. Бұл аймақ табиғи алуантүрлілігімен ерекшеленеді, Балқаш маңының құмды шөлдерінен бастап, мәңгі қар мен мұздықтарға дейінгі ландшафттар кездеседі [6–7].

Шелек өзені мен Бартоғай су қоймасының құрылысы, сондай-ақ Үлкен Алматы арнасының салынуы Шелек пен Шамалған өзендері аралығындағы өзенаралық аймақтағы бытыраңқы су шаруашылығы жүйелерін біріктіріп, бірыңғай су шаруашылығы құрылымын құруға мүмкіндік берді. Үлкен Алматы арнасы Шелек өзенінің ағысын Түрген, Есік, Талғар және Қаскелең өзендерінің алаптарына бұру үшін қолданылады. Тау өзендерінің ірі және ұсақ су алу орындарында суармалау жүйелері үшін гидротораптар салынған. Өзенаралық аймақтың жазық бөлігінде, атап айтқанда Талғар мен Қаскелең өзендерінің алаптарында, жалпы көлемі 97 млн м³ болатын көптеген су қоймалары мен тоғандар орналасқан. Бұл су қоймалары тау өзендерінің және Қарасу арнасының бос ағынын жинақтап, негізінен суармалау және балық шаруашылығы мақсатында пайдаланылады. Шелек өзенінің бойындағы көпжылдық су алу және су жіберу деректері 1-суретте келтірілген.

2024 жылғы вегетациялық кезеңде Бартоғай су қоймасынан жалпы көлемі 1 282,940 млн м³ су жіберілді. Шелек өзенінің арнасынан суармалау мақсатында алынған су көлемі осы кезеңде 677,264 млн м³ құрады. Оның ішінде: ҰАК-тың жоғары жағында – 77,950 млн м³, ҰАК-тың төменгі жағында – 299,735 млн м³, ҰАК арқылы – 299,578 млн м³ құрады.

Шелек өзенінің (Бартоғай су қоймасынан жоғары бөлігінде) көпжылдық гидрологиялық деректер жиналып, жүйелендірілді. Кейбір бақылау кезеңдерінде деректердің үзілістері анықталып, олар корреляциялық есептеулер арқылы қалпына келтірілді. Кейін бұл деректер айлық негізде қалпына келтіріліп, репрезентативтілігі тұрғысынан тексерілді [8–10]. Статистикалық есептеулердің нәтижелері 2-кестеде ұсынылған.



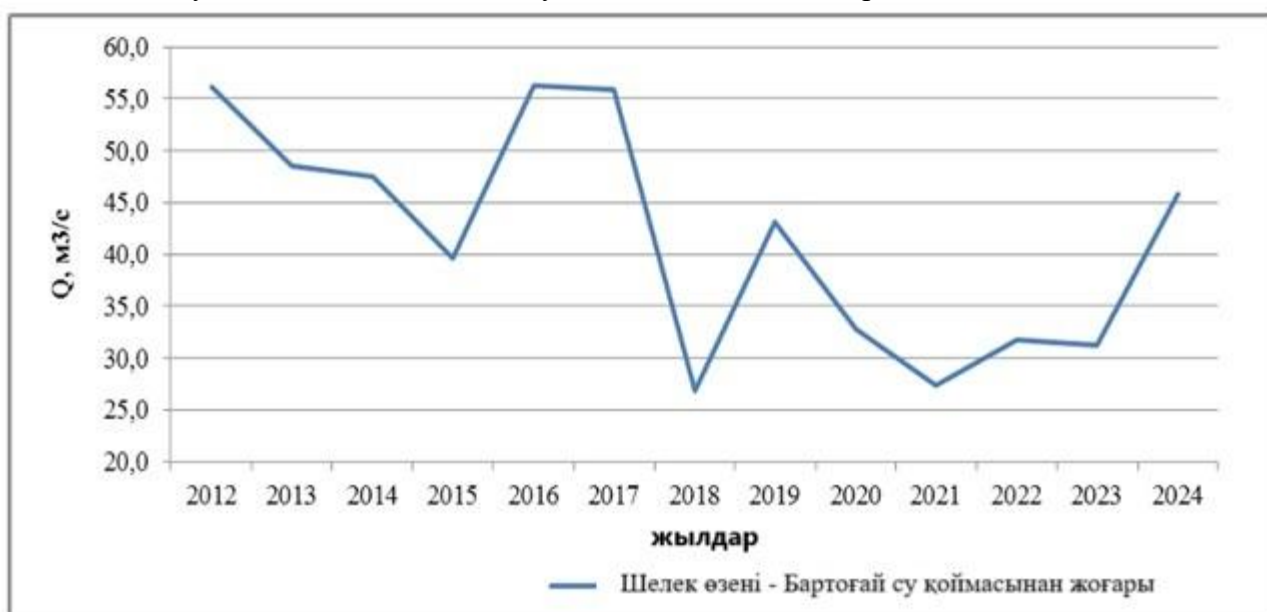
Сурет 1 – Шелек өзені – Бартоғай су қоймасы

Кесте 2 - Шелек өзенінің статистикалық сипаттамалары

Өзен-бекет	Бақылау кезеңі	N	$Q_{ср}, м^3/с$	$\delta Q_{ср}, \%$	C_v	$\delta_{C_v}, \%$	C_s
Шелек өзені – Бартоғай су қоймасынан жоғары	2012 - 2024	13	41,77	7,2	0,26	20,26	0,017

Есептеулер үшін бақылау ұзақтығы 10 жылдан асатын деректер пайдаланылды. Шелек өзеніндегі (Бартоғай су қоймасынан жоғары) орташа көпжылдық су шығыны $41,8 м^3/сек$ -ті құрайды. Деректердің репрезентативтілігі 20%-дан аспайды, ал бақылау қатесі 2-ден 8%-ға дейін өзгереді. Бұл олардың өкілділігі мен сапасының қанағаттанарлық деңгейде екенін растайды және гидрологиялық есептеулер үшін жарамды етеді. Қазіргі гидрология ондаған жылдар бойы өзендердің су молшылығы немесе жылдық ағын белгілі бір орташа мәnnің маңында тербеліп тұрады деген қарапайым болжамға негізделген. Бұл мән жылу мен ылғалдылықтың өзен алабы үшін арақатынасы арқылы анықталатын маңызды гидроклиматтық сипаттама болып табылады және ол "орташа көпжылдық ағын" деп аталады. Бұл көрсеткіш гидрологиялық есептеулердегі стационарлық (тұрақтылық) принципіне сәйкес келеді, яғни гидрологиялық үдерістер мен оларды сипаттайтын негізгі параметрлердің тұрақтылығы болжанады. Алайда, шын мәнінде, гидрологиялық үдерістер де басқа табиғи құбылыстар сияқты кеңістікте де, уақытта да бейстационарлы болып табылады. Дегенмен,

гидротехникалық құрылыстардың салыстырмалы түрде қысқа мерзімді (ондаған, сирек жағдайда жүздеген жылдық) пайдалану мерзімін және ағын параметрлерінің (норма, өзгергіштік және асимметрия) нақты деректер бойынша есептелуіндегі үлкен қателіктерді ескере отырып, стационарлық болжамын қолайлы деп есептеуге болады. 2-суретте Шелек өзенінің көпжылдық су ағынының гидрографы көрсетілген. Барлық гидрологиялық деректер 2024 жылғы 20 желтоқсанды қоса алғандағы кезеңге дейін ұсынылған. Шелек өзенінің орташа көпжылдық су ағыны – $41,8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Көпжылдық ағын динамикасын талдау 2015–2016 жылдары салыстырмалы жоғары су молшылығы болғанын, ал одан кейін ағынның күрт ауытқып, оның ішінде елеулі төмендеулер мен шарықтау кезеңдері байқалғанын көрсетті. 2018 жылы, бақылау кезеңіндегі ең төменгі су ағыны – $22,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ тіркелді.



Сурет 2 – Шелек өзенінің көпжылдық гидрографы

Қорытынды

Шелек өзенінің гидрологиялық режиміне жүргізілген талдау (Бартоғай су қоймасынан жоғары учаскеде) Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі ең ірі су ағынының сулылығы туралы көпжылдық деректерді жүйелеуге және нақтылауға мүмкіндік берді. Ұзақ бақылау кезеңінің деректері негізінде (10 жылдан астам), корреляциялық әдістерді қолдана отырып, репрезентативтілікті тексерумен шамамен $41,8 \text{ м}^3/\text{с}$ құрайтын орташа жылдық су өтімі анықталды. Бақылау қателігі 2-8% аралығында өзгереді, бұл кейінгі гидрологиялық есептеулер үшін ақпараттың қолайлы сапасын растайды.

Гидрологиялық үдерістердің стационарлығын негізге алатын есептік тәсілдердің көпшілігіне қарамастан, Шелек өзенінің көпжылдық гидрографына жүргізілген талдау **ағынның бейстационарлық белгілерін** көрсетеді. Бұл белгілер **жылдар арасындағы су шығынының едәуір ауытқуларымен** сипатталады. Атап айтқанда, **2015–2016 жылдардағы** салыстырмалы түрде су мол жылдардан кейін, **өзеннің су мөлшерінде күрт ауытқулар** байқалды. Олардың ішінде **2018 жылы** тіркелген айқын минимум ерекшеленеді – осы жылы су шығыны **$22,2 \text{ м}^3/\text{сек}$** дейін төмендеп, **бақылау кезеңіндегі ең төменгі мәнді** көрсетті.

Алынған нәтижелер өзен бассейнінің су ресурстарын одан әрі модельдеу, суару әлеуетін бағалау және климаттық өзгерістерге бейімделу шараларын әзірлеу үшін ғылыми негізделген базаны жасауға мүмкіндік береді.

Алғыс. Осы мақаланы дайындау барысында «Қазсушар» РМК, Алматы облысындағы «Д.Қонаев атындағы ҰАК» филиалы, бассейндік су шаруашылығы басқармасы ұсынған материалдар, сондай-ақ «Қазгидромет» РМК-ның қор деректері пайдаланылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Жандияр , А., Алдиярова, А., Муханбет , Е., Амантай, Б., & Муратова , А. (2023). Анализ современного состояния бассейна реки Шелек. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 155–164. <https://doi.org/10.37884/1-2023/18>
2. Асанов, Ш.Ш., Сейсенов, Д.К. (2020). Гидрологические характеристики рек Заилийского Алатау в условиях изменения климата. *Вестник Казахского национального университета им. аль-Фараби. Серия География*, №2(69), с. 34–43.
3. Искакова, Ш.М., Баймурзина, Г.А. (2018). Анализ состояния оросительных систем юго-востока Казахстана. *Известия НАН РК. Серия сельскохозяйственных наук*, №6, с. 56–63.
4. Tursunov, M., & Karimov, A. (2021). Water productivity and irrigation efficiency in Central Asia: A case study of Kazakhstan. *Agricultural Water Management*, 243, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106473>
5. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., et al. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
6. Абдрахманова, Ш.К., Нургалиева, Г.Т. (2022). Малые реки Заилийского Алатау и их роль в водоснабжении Алматинской области. *Вестник Института географии и водной безопасности*, №3(21), с. 12–20.
7. Yilmaz, M., & Eris, E. (2020). Evaluation of the performance of irrigation systems in arid regions using performance indicators. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 724–736. <https://doi.org/10.1002/ird.2449>
8. Жанибеков, Ж.К., Алиев, Б.С. (2019). Влияние климатических изменений на водный сток рек юго-восточного Казахстана. *Труды КазНИИВХ*, №1(85), с. 45–53.
9. Kozhakhmetov, S., & Satayeva, S. (2023). Assessment of hydrological nonstationarity in mountain river basins of Kazakhstan. *Environmental Earth Sciences*, 82(9), 245. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11111-z>
10. Siegfried, T., Bernauer, T., Guennet, R., et al. (2012). Will climate change exacerbate water stress in Central Asia? *Climatic Change*, 112, 881–899. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>

References

1. Zhandijar, A., Aldijarova, A., Mukhanbet, E., Amantaj, B., & Muratova, A. (2023). Analiz sovremennogo sostojanija bassejna reki Shelek. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 155–164. <https://doi.org/10.37884/1-2023/18>
2. Asanov, Sh.Sh., Sejsenov, D.K. (2020). Gidrologicheskie harakteristiki rek Zailijskogo Alatau v uslovijah izmenenija klimata. *Vestnik Kazahskogo nacional'nogo universiteta im. al'-Farabi. Serija Geografija*, №2(69), s. 34–43.
3. Iskakova, Sh.M., Bajmurzina, G.A. (2018). Analiz sostojanija orositel'nyh sistem jugo-vostoka Kazahstana. *Izvestija NAN RK. Serija sel'skohozjajstvennyh nauk*, №6, s. 56–63.
4. Tursunov, M., & Karimov, A. (2021). Water productivity and irrigation efficiency in Central Asia: A case study of Kazakhstan. *Agricultural Water Management*, 243, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106473>
5. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., et al. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
6. Abdrahmanova, Sh.K., Nurgalieva, G.T. (2022). Malye reki Zailijskogo Alatau i ih rol' v vodosnabzhenii Almatinskoj oblasti. *Vestnik Instituta geografii i vodnoj bezopasnosti*, №3(21), s. 12–20.
7. Yilmaz, M., & Eris, E. (2020). Evaluation of the performance of irrigation systems in arid regions using performance indicators. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 724–736. <https://doi.org/10.1002/ird.2449>
8. Zhanibekov, Zh.K., Aliev, B.S. (2019). Vlijanie klimaticheskikh izmenenij na vodnyj stok rek jugo-vostochnogo Kazahstana. *Trudy KazNIIVH*, №1(85), s. 45–53.

9. Kozhakhmetov, S., & Satayeva, S. (2023). Assessment of hydrological nonstationarity in mountain river basins of Kazakhstan. *Environmental Earth Sciences*, 82(9), 245. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11111-z>

10. Siegfried, T., Bernauer, T., Guennet, R., et al. (2012). Will climate change exacerbate water stress in Central Asia? *Climatic Change*, 112, 881–899. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>

А.Ф.Жандияр, М.Б.Арыстанов*, А.Е.Алдиярова, А.Н.Калмашова

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,

Казахстан, 508291@kaznaru.edu.kz, arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz,

ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ ШЕЛЕК

Аннотация

В работе представлена гидрографическая и гидрологическая характеристика реки Шелек, являющейся одним из крупнейших водотоков юго-восточной части Заилийского Алатау. На основе многолетних наблюдений проведён анализ водоносности, включая восстановление пропущенных данных с использованием корреляционных методов и последующую проверку их репрезентативности. Определено, что среднемноголетний расход воды составляет 41,8 м³/с при погрешности наблюдений от 2 до 8%. Установлены признаки нестационарности стока, выражающиеся в значительных межгодовых колебаниях, включая экстремально низкие значения в отдельные годы. Несмотря на эти отклонения, использование концепции стационарности остаётся оправданным в рамках водохозяйственного планирования. Результаты исследования могут быть использованы для последующего моделирования водных ресурсов, оценки ирригационного потенциала и разработки адаптационных стратегий в условиях климатических изменений.

Дополнительно следует отметить, что проведённые расчёты и выводы представляют практическую ценность для разработки схем рационального использования поверхностных вод, а также могут служить основой для прогнозирования гидрологического режима в будущем. Таким образом, работа формирует научную и прикладную базу для принятия управленческих решений в области водопользования и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: гидрология, среднемноголетний сток, водоносность, корреляционные методы, стационарность, водные ресурсы, климатические изменения.

A.G. Zhandiyar, A.B.Arystanov*, A.E. Aldiyarova, A.N. Kalmashova

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, 508291@kaznaru.edu.kz,

arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz,

Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

HYDROGRAPHIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SHELEK RIVER

Abstract

The study presents the hydrographic and hydrological characteristics of the Shelek River, one of the largest watercourses in the southeastern part of the Zailiysky Alatau. Based on long-term observations, an analysis of water availability was carried out, including the reconstruction of missing data using correlation methods and subsequent verification of their representativeness. It was determined that the average long-term water discharge is 41.8 m³/s, with an observation error ranging from 2 to 8%. Signs of non-stationarity in runoff were identified, manifested in significant interannual fluctuations, including extremely low values in certain years. Despite these deviations, the use of the stationarity concept remains justified within the framework of water management planning. The results of the study can be applied for further water resource modeling, assessment of irrigation potential, and the development of adaptation strategies under climate change conditions.

In addition, it should be noted that the calculations and conclusions obtained have practical value for the development of schemes for the rational use of surface waters and can also serve as a

basis for forecasting the hydrological regime in the future. Thus, this work provides a scientific and applied foundation for making management decisions in the field of water use and environmental protection.

Keywords: hydrology, mean multi-year runoff, water capacity, correlation methods, stationarity, water resources, climate change.

Авторлардың үлесі: Концептуализация, деректерді қадағалау – АЕА, МБА; Ресми талдау – АЕА, АҒЖ; Өдістеме – МБА, АЕА, АНК; Тексеру – АЕА, АҒЖ; Жазу – шолу және редакциялау – АҒЖ, МБА, АНК.

МРНТИ 68.31.01

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/58>

Н.К.Турманбетов¹, Г.С.Айтхожаева^{1}, А.Зермухамед¹, В.Гурскиене²*

*¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, g.aitkhozhayeva@mail.ru**

²Университет Вирджинии Великого; г. Каунас, Литва, virginija.gurskienelt@gmail.com

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация

Экологическая ситуация, сложившаяся в агропромышленном комплексе Казахстана, несмотря на некоторые позитивные изменения, остается неблагоприятной. В последние годы наиболее пристальное внимание уделяется плодородию земель и устойчивой тенденции уменьшения площадей наиболее ценных сельскохозяйственных угодий без применения мелиоративных мероприятий. Статья посвящена анализу текущего состояния сельскохозяйственных угодий Алматинской области под воздействием техногенных факторов, которые в последние годы усиливаются в связи с ростом промышленной и транспортной активности. Целью данной статьи является выявление масштабов и характера изменений в качестве земель, оценка влияния антропогенной нагрузки на агроэкосистемы региона и предложение путей минимизации негативных последствий. В статье использованы следующие методы: монографический и статистической обработки данных, а также анализ полевых исследований. Полученные результаты показывают нарастание проблем засоления, загрязнения тяжёлыми металлами и снижение биологической активности почв. Особенно подвержены деградации зоны, прилегающие к промышленным кластерам и основным транспортным коридорам. В заключение даны выводы о необходимости корректировки земельной политики, внедрения технологий устойчивого землепользования и усиления межведомственного экологического контроля для обеспечения продовольственной безопасности региона.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, техногенное воздействие, почвенная деградация, земельные ресурсы, экологическая устойчивость, агроэкология, мониторинг земель, устойчивое землепользование.

Введение

Окружающая среда Алматинской области претерпевает в последние десятилетия высокие техногенные нагрузки энергетического характера, добывающий предприятий и агропромышленного комплекса. В некоторых районах сложилась крайне негативная экологическая обстановка. Наиболее опасными проявлениями являются деградация почв, техногенное опустынивание, загрязнение водных ресурсов и сокращение биоразнообразия.