



---

Л.Е.Тәжібаевтың туғанына 105 жыл толуына орай ұйымдастырылған  
«Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» атты  
Халықаралық ғылыми-практикалық конференция  
ЖИНАҒЫ



COLLECTION  
of the International scientific and practical conference  
"Water resources management in the context of globalization",  
dedicated to the 105th anniversary of the birth of Professor L.Y.Tazhibaev



СБОРНИК  
Международной научно - практической конференции  
«Управление водными ресурсами в условиях глобализации»,  
посвященной 105-летию со дня рождения профессора Тажибаева Л.Е.

11-12 March, 2021

KAZAKH NATIONAL  
AGRARIAN RESEARCH  
UNIVERSITY

Kazakhstan, Almaty, Abay av., 8  
kaznau.edu.kz

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТИ  
KAZAKH NATIONAL AGRARIAN RESEARCH UNIVERSITY  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



DKU DEUTSCH  
KASACHISCHE  
UNIVERSITÄT



*Л.Е.Тәжібаевтың туғанына 105 жыл толуына орай ұйымдастырылған  
«Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» атты  
Халықаралық ғылыми-практикалық конференция*

ЖИНАҒЫ

*COLLECTION  
of the International scientific and practical conference  
"Water resources management in the context of globalization",  
dedicated to the 105th anniversary of the birth of Professor L.Y.Tazhibaev*

*СБОРНИК  
Международной научно-практической конференции  
«Управление водными ресурсами в условиях глобализации»,  
посвященной 105-летию со дня рождения профессора Тажибаева Л.Е.*

Almaty 11-12 March, 2021

ӘОЖ 550 (069)  
КБЖ 38.76  
Т 28

Жалпы редакциясын басқарған: **Есполов Т.И.**  
Редакциялық ұжым: **Курдеко А.П., Түтқабекова С.Ә., Ануарбеков К.К.**

ISBN 978-601-241-922-1

Л.Е. Тәжібаевтың туғанына 105 жыл толуына орай ұйымдастырылған «Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция жинағы. – Алматы: ҚазҰАЗУ, 2021. – қазақша, орысша, ағылшынша.

Бұл жинақта Қазақстан және алыс жақын шетел жас ғалымдарының ізденістерінің нәтижелері келесі бағыттар бойынша келтірілген: Су ресурстары және мелиорация, табиғи және экономикалық жүйелер үшін тұрақты сумен жабдықтау, Арал теңізі бассейні: тәжірибе, ынтымақтастық, перспективалар, су-энергетикалық байланыс, су ресурстарын басқару және проблемалары. Гидротехника, су қауіпсіздігінің экономикалық мәселелері.

---

Edited by: **Espolov T.I.**  
Editorial board: **Kurdeko A.P., Tutkabekova S.A., Anuarbekov K.K.**

Collection of the International scientific and practical conference «Water resources management in the context of globalization», dedicated to the 105th anniversary of the birth of Professor L.Y. Tazhibaev. – Almaty: KazNARU, 2021.

The collection contains the results of research of young scientists from Kazakhstan and countries of the near and far abroad in the following areas: Water resources and land reclamation, sustainable water supply to natural and economic systems, the Aral Sea basin: experience, cooperation, prospects, the nexus «water – energy», water management and problems. Hydraulic engineering, economic problems of water security.

ISBN 978-601-241-922-1

© KazNARU, 2021  
© Printing house «Aitumar», 2021

**Тілектес ЕСПОЛОВ,  
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің ректоры,  
ҚР ҰҒА Вице-президенті, академик**

## **СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ КЕМЕҢГЕР ҒАЛЫМНЫҒЫ ҒЫЛЫМИ МЕКТЕБІ**

Халқымыздың ардақты перзенті, еліміздің білім мен ғылымының дамуына айрықша үлес қосқан көрнекті ғалым, тағылымды ұстаз, техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан су шаруашылығының білгір кемеңгері, Қазақ КСР-інің еңбек сіңірген ғылым қайраткері, зерделі зиялы тұлғаның бірі – **ТӘЖІБАЕВ Лашқар Есенқұлұлы**.

Саналы ғұмырын ауылшаруашылық ғылымына арнап, су мәселелерін терең зерттеп, көптеген ғылыми еңбектер жазып қалдырған аяулы ұстаз, Лашқар Есенқұлұлы 1915 жылы 20-тамызда Оңтүстік Қазақстан облысының қасиетті Қазығұрт өңіріндегі Қарақия ауылында дүниеге келген.

Лашқар Есенқұлұлы 1926-1931 жылдары Шымкент, Алматы қалаларындағы балалар үйлерінде тәрбиеленді. Л. Тәжібаев 1931 жылы жеті жылдық мектепті тәмамдағаннан кейін, Свердловскідегі Индустриалды «рабфак»-қа түсіп, 1936 жылы Орта Азиядағы инженер-гидротехник мамандарын оқытатын ірі оқу орны саналатын Ташкенттегі ауыл шаруашылығын механикаландыру мен ирригация инженерлерін дайындайтын институтты үздік бітірді.

1940 жылы Қазақ КСР Су шаруашылығы саласына инженер-жобалаушы қызметіне арнайы жолдамамен жіберіледі. 1941 жылы Лашқар Тәжібаев еріктілермен қатар алғашқылардың бірі болып Ұлы Отан соғысына аттанды. Соғыстың алғашқы жылында Мәскеу түбіндегі ұрыста ауыр жараланады.

Майданнан жаралы оралса да, тағдырға мойымай, ел үшін қызмет етуін жалғастырып, ғылымға біржола ден қойып, 1942-1943 жылдары Қазақ КСР Су шаруашылығы министрлігінде инженер, Қазақ КСР Министрлігі Кеңесінің су шаруашылығы және энергетика тобының бастығы, Ленин атындағы Бүкілодақтық ауыл шаруашылығы Ғылым академиясының Қазақ бөлімі республикалық тәжірибе-мелиорация станциясының директоры қызметтерін үлкен абыроймен атқарды. 1951-1962 жылдары - Қазақ мемлекеттік ауыл шаруашылығы институтының (қазіргі Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті) деканы болып, ұстаз ретінде қызмет жасай бастады. 1962-1963 жылдары - Қазақ КСР Министрлігі Кеңесінің Су қорларын пайдалану және қорғау жөніндегі Мемлекеттік комитеттің бастығы, 1963-1996 жылдары - Қазақ мемлекеттік ауыл шаруашылығы институтының «Гидравлика және ауылшаруашылығын сумен қамтамасыз ету» кафедрасының меңгерушісі қызметтерін атқарды. Жауапкершілігі мол лауазымды қызметтер мен ұстаздық бағытты ұштастыра білген ғалым, білім мен ғылымды қатар алып жүрді. Ол ауылшаруашылық аймақтарды суландыру, егістіктер мен жайылымдарды суарудың жаңа әдістерін енгізу және оны автоматтандыру, гидромеханика салаларын барынша зерттеп, көптеген ғылыми еңбектер жазды. Атап айтқанда «Қазақстанның су айдындары», «Қазақстанның су ресурстары және ауыл шаруашылығы аудандарын суландырудың сұлбасы», «Жайылымдарға арналған жылжымалы су көтергіш таспалы қондырғы», «Ауыл шаруашылығы аудандарын сумен жабдықтау және суландыру негіздері» атты монографиялары су саласындағы ғалымдардың үстел кітабына айналды. Ойы терең ғалымның еңбектері жоғары бағаланып, Еңбек Қызыл Ту орденімен және медальдармен марапатталды.



Ғалым еңбек еткен жылдарда елімізде ауыл шаруашылығын суландыру мәселелері тым күрделі еді.

Басым бөлігін шөлді және шөлейтті аймақтар алып жатқан ұланғайыр қазақ даласында ауыл шаруашылығын жедел жетілдіру үшін су мәселесі басты күн тәртібінде тұрды. Міне, осы бір кезеңде ғалым Лашқар Есенқұлұлы бастаған бір топ ғалымдар, білікті мамандар аянбай осы мәселені шешу үшін атсалысты. Сол кездің өзінде Лашқар Есенқұлұлы бастаған ғалымдар қойларды сумен қамтамасыз етуге және суармалы жемшөп өндіруге арналған автоматтандырылған жайылым кешенін және Республикамызда бірінші ірі қарамалды ұстауға арналған автоматтандырылған мәдени жайылым жасалынды. Жайылымдар мен шабындықтардағы шахталық құдықтарды тазалауға арналған жылжымалы пневмогидравликалық қондырғы өндіріске енгізілді. Бұл өз кезегінде ел экономикасының еселенуіне алып келді десек артық айтқанымыз емес.

Бұл ретте өткен ғасырдың ортасында Лашқар Есенқұлұлы бастаған қазақстандық ғалымдар еліміздегі су мәселесін терең зерттеп, нақты тұжырымдар жасап, бірқатар ғылыми еңбектерін жариялады.

Профессор Л.Тәжібаев ұсынған басты теориялық және әдістемелік қағидалар тұңғыш рет Қазақстанның түбегейлі гидрогеологиялық болжам карталарын жасауға мүмкіндік берді. Бұрын сусыз деп саналып келген шөл-шөлейт аймақтарда көптеген су көздерін ашуға негіз болды. Бұл ғылыми жұмыс Қазақстан мен Орта Азияның шөлді аудандарының жерасты су көздерін, олардың пайда болу және қалыптасу заңдылықтарын анықтауда бірден-бір ғылыми тұжырым болып есептеледі.

Тіршілік көзі саналатын су мәселесін жете зерттеген Лашқар Тәжібаевтің «Қазақстанның ауылшаруашылық аудандарын сумен қамтамасыз ету және суландыру» атты 300 беттік үлкен еңбегінде де қазіргі ауылшаруашылық ғылымына қатысты көптеген қажетті дүниелердікелесі ұрпаққа қалдырып кетті. Өзім де гидромелиорация, гидротехника саласының маманы болғандықтан, бұл мәселені жақсы түсінемін.

Қарап отырсақ, бізде осы уақытқа дейін мықты ғалымдарымыздың арқасында кең-байтақ жеріміздің қай жерінде қандай өзен-көл, суқойма мен құдықтар бар, қай жердің астында қандай су қоры бар – барлығының да нақты картасы жасалынған. Дегенмен су ресурстарының бұрынғы жасалған карталары бүгінде толықтыруды, қосымша зерттеулерді қажет етеді. Өйткені алдыңғы буын ұстаз-ғалымдарымыздың бастаған ісін кейінгі ұрпақтың жалғастырып қана қоймай, жандандыруы тиіс. Біз су мәселелерін шешуде қайта жаңалық ашқандай болмауымыз керек. Сондықтан Лашқар Тәжібаев сынды өрелі қазақ ғалымдарының бұрынғы тұжырымдары мен арнайы жасаған карталарына, бай тәжірибелері мен ғылыми еңбектеріне сүйене отырып, заманға сай инновациялық жобалар жасауға серпін берсек ұтарымыз көп болатыны сөзсіз.



– Лашқар Есенқұлұлынан ғылымға құштарлықты ғана емес, адамгершілік, адалдық, шыншылдық, кішіпейілділік пен бар игі қасиеттерді үйрендім.

Қазақ Ауыл шаруашылығы институтында осындай зиялы ғалымның аспиранты болып жүрген кезімде ғылымға деген ынта-жігерім тіпті арта түсті. Сол кезде ұстазымның тікелей

ұсынысымен қазақ баласының қолы жете бермейтін Мәскеудегі А. Н. Костяков атындағы Бүкілодақтық гидротехника және мелиорация ғылыми-зерттеу институтының аспирантурасында білім алып, техника ғылымдарының кандидаты болу үшін ғылыми диссертациямды қорғадым. Лашқар Есенқұлұлының жетекшілігімен 30-дан астам ғылым докторы және ғылым кандидаттар диссертацияларын қорғап, бұрынғы Кеңес Одағының әр аймақтарында қызмет атқаруда.

Бүгінгі күні Тәжібаев тәлімін алған мыңдаған шәкірттер отандық агроөндірістік кешеннің дамуына, оның ішінде су шаруашылығын оңтайландыру жолында тиімді еңбек жасап келеді.

Алдыңғы буын ұстаздардың ғылымдағы ізбасарлары саналатын біздер - олардың зерделі істерін жалғастырып, ел дамуы мен жас ұрпақтың өсіп-жетілуі жолында жұмыла қызмет жасап келеміз.

Лашқар Есенқұлұлы көп жыл еңбек сіңірген Қазақ мемлекеттік аграрлық университетіне 2001 жылы ұлттық мәртебесі берілді, ал үстіміздегі жылдың 23 қазан күні Үкіметтің № 707 қаулысымен ғылыми-зерттеу жоғары оқу орны мәртебесіне ие болды.



2003 жылы университетіміздегі «Гидротехника және мелиорация» кафедрасына профессор Лашқар Есенқұлұлы Тәжібаевтің есімі берілді.

Бүгінгі таңда аталған кафедра «Су, жер және орман ресурстары» факультетінің құрамына кіреді. Осы жерде айта кету керек, су мамандықтарын дайындайтын барлық оқу бағдарламаларда Лашқар Есенқұл ұлының зерделі ғылыми еңбектері кеңінен пайдаланылады.

Университет жанында Азиялық даму банкімен бірге ашылған заманауи озық технологиялармен жабдықталған, 14 зерттеу ғылыми зертханасы бар Халықаралық "Су хабы" жұмыс жасайды. Оның миссиясы - ең озық инновациялық технологияларды іздестіру және трансферттеу, Қазақстан мен Орталық Азиядағы барлық су ғалымдарының тәжірибелерін шоғырландыру, су ресурстарын тиімді басқару мәселелерін шешуде жаңа бастамалар қарастыру.

Қазақстанда ғана емес ТМД аумағында бәсекесі жоқ бұл орталыққа атақты шетелдік сарапшылар мен су шаруашылығының білікті мамандары жоғары баға берді.

Орталық құрамына "Су проблемалары және жерді мелиорациялау" ғылыми-зерттеу институты, «Біліктілікті арттыру және мамандарды қайта дайындау институты», "Су ресурстары және мелиорация" кафедрасы кіреді.

Орталықта 3 ҚР Ұлттық ғылым академиясының академиктері, 9 ғылым докторлары, 11 кандидат және 12 доктор PhD жұмыс жасайды.

Бүгін су ресурстары және мелиорация мамандығы бойынша 23 доктор PhD, 56 магистрант және 400 астам студенттер білім алууда.

Орталықта биыл туғанына 105 жыл толған көрнекті ғалым Лашқар Тәжібаевтың мұражайы жұмыс жасайды. Бұл мұражайдың мақсаты - Лашқар Есенқұлұлы сияқты атақты ғалымдарымыздың ардақты есімі мен сүбелі ғылыми еңбектерін кейінгі ұрпаққа үлгі етіп, жастарды терең білімге, ғылымға ынталандыру. Ғалымның кіндік қаны тамған Қарақия ауылында салынған жаңа мектеп ғалымның атымен аталады.

Орталықта су жүйесімен айналысатын ғалымдар, докторанттар, магистранттар еліміздің Ауыл шаруашылығы министрлігі және Білім және ғылым министрлігінің гранттары мен аймақтық шаруашылықтардың тапсырыстары негізінде су шаруашылығын дамытуға бағытталған ғылыми жобаларды іске асырып келеді.

«Су ресурстарын бірігіп басқару» зертханасында ғалымдар су қоймаларының оңтайлы жұмыс режимдерін орнатумен айналысады. Бұл гидроэнергетикалық ресурстарды тиімді пайдалануға, өзендердің төменгі ағысындағы су экожүйелерін қалпына келтіруге және сақтауға мүмкіндік береді. «Гидротехникалық жүйелерді гидравликалық модельдеу» зертханасының қызметкерлері көктемгі су тасқыны кезінде бөгеттердің бұзылуы және көпірлердің шайылуы мәселелерін шешумен айналысады. Ғалымдар Бартоғай, Күрті және Қапшағай су қоймала-рының су тораптарының қауіпсіздігі, ауыл шаруашылығы айналымынан шыққан тозған жерлерді қалпына келтіру және су ресурстарын ұтымды пайдалану декларациясының жобала-рын әзірлейді. Ғалымдардың осы және басқа да көптеген зерттеулерінің нәтижелерін енгізу қолайсыз табиғи факторлардың әсерінен болатын зиянды едәуір азайтуға және суды ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді.

"Гидроқұштік қондырғылар" зертханасында жайылымды жерлерді суландыру мәселелерімен айналысады. Шахталық құдықтардан суды көтеруге арналған пневмовакуумдық (эрлифтілік) сорғы қондырғысының және ағыстағы су энергиясымен қозғалатын гидравликалық қоқыс соратын қондырғысының жаңа түрі әзірленді.

Су ресурстарын есепке алу және оны ұтымды пайдалану үшін "гидравликалық жүйелерді модельдеу" зертханасының қызметкерлері қашықтықтан басқару цифрлық техноло-гияларды әзірлеуде.

Ұсынылған құрылғылар өзендердегі, көлдердегі және су қоймаларындағы су деңгейі бойынша ақпаратты қашықтықтан алуға мүмкіндік береді. Осы жобаны енгізу су объектілеріне кешенді мониторинг жүргізуге және техногендік апаттарды төмендетуге себебін тигізеді. Яғни, тәуекелді төмендетеді.

Университет ғалымдары География институтының ғалымдарымен бірлесе отырып, Сырдария өзенінде Көксарай контрреттегіш су қоймасын салудың тиімділігі мен орындылығына ғылыми-техникалық негіздеме берді. Көксарай бөгетін пайдалануға беру Қызылорда және Түркістан облысының бір бөлігінде су қауіпсіздігін қамтамасыз етеді және көктемгі кезеңде апатты қысқы су тасқындарының алдын алуға және суармалы жерлерді тұрақты сумен қамтамасыз етуге кепілдік береді.

Бұл зерттеулер "Қазақстан-2050" стратегиясының мақсаттары мен міндеттері аясында орындалды және кеңінен тәжірибеге енгізілді.

Су хабының зертханаларында су шаруашылығы саласының мәселелерін, атап айтқанда, суармалы суды пайдалану өнімділігін, табиғи ландшафттарды қалпына келтіруді және тағы басқа мәселелерді шешуге бағытталған ғылыми зерттеулер белсенді жүргізілуде.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасы Үкіметінің 22.06.2018 ж. №370 қаулысына сәйкес, ҚазҰАЗУ Су хабы қызметкерлерінің қатысуымен География институты Іле және Ертіс өзендерінің трансшекаралық бассейндері бойынша ірі ауқымды толық зерттеулер жүргізуде. Зерттеудің басты нәтижесі "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасының іске асыру-ымен интеграцияланатын математикалық компьютерлік модельдеудің, геоақпараттық технологиялардың қазіргі заманғы әдістерін пайдалана отырып, шектес аумақтардан келетін ағынның қысқаруына байланысты қалыптасып отырған қауіптер мен сын-қатерлерге ден қойылған ғылыми негізделген шаралар кешенін әзірлеу болады.

ҚР-ғы География институты, ҚазҰАЗУ, ҚазСШҒЗИ, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Абай атындағы ҰПУ, Дулати атындағы ТарМУ, Қазгидромет, Қазақ Су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты және т.б. ұжымдардың қатысуымен «Климаттың және антропогендік өзгерістер әсері жағдайында Қазақстанның табиғи су ресурстарын бағалау және болжау» тақырыбында арнайы ғылыми-техникалық бағдарлама дайындалды. Бұл жұмыстың нәтижесі еліміз үшін маңызы зор. Сонымен қатар ғалымдар дайындаған «Қазақстанның су ресурстары: бағалау, болжау, басқару» атты 30 томдық монографиясы жарыққа шықты.

Бұл ғылыми 30 томдық еңбек 500-ден аса су қауіпсіздігі мәселелері жеке зерттеуші

ғалымдардың монографияларымен халықаралық басылымдарда жарияланған ғылыми мақалаларымен толықтырылған теңдесіз ғылыми туынды екендігін айта кету керек.

Тіршілік көзі – су мәселесін зерттеумен айналысушы сарапшылардың пікіріне қарағанда, қазіргі кезде су ресурстарына байланысты өзекті мәселенің бірі – халықаралық су ағысын пайдалануды реттеу. Себебі аймақтық және ғаламдық гидрологиялық циклдерді құрайтын өзен жүйелерінің шекарасы болмайды: әлемде 261 су алабы – халықаралық (*трансшекаралық*) болып табылады; олар жер бетінің 45%-н алып жатыр. Соңғы 50 жыл ішінде халықаралық алқаптарда су мәселелерінің туындаған 500-ден аса қақтығыс жағдайлары қалыптасып, кейбір жерлерде әскери іс-қимылдарға дейін баруына мәжбүр етті.

Ғалымдар Республикадағы тұщы су ресурстары тапшылығын жою және онымен байланысты жүктемені азайтудың жолын ұсынды.

Бірінші – суды үнемдеу. Суды үнемдеу және оны тиімді пайдалану нәтижесін арттыру барысында өзен ағындыларының экологиялық шығындарын азайту арқылы іс-шараларды жүзеге асыру және су пайдалану кешенін дамытуды қарастыру.

Екінші – сумен қамтамасыз ету. Балама су көздерін игеру, өзен ағындысын кеңістік пен уақыт бойынша қайта үйлестіру, шекаралас мемлекеттермен су ресурстарын халықаралық ережесімен бөлісу, қолда бар су ресурстарын молайту.

Осы бағытта үлкен зерттеулер жүргізген География институтының авторлық ұжымына (*ғылыми жетекші – Медеу А. Р., Есполов Т. И., Әлімқұлов С. Қ., Достай Ж. Д., Мальковский И. М., Северский И. В., Төлеубаева Л. С., Тұрсынова А. А.*) «Қазақстан Республикасы табиғи-шаруашылық жүйелерін ұлттық қауіпсіздік тұрғысында сумен тұрақты қамтамасыз ету сала-сындағы ғылыми жұмыстар циклы» үшін әл-Фараби атындағы ғылым және техника ғылымдары саласындағы Қазақстан Республикасының Мемлекеттік сыйлығы берілді.



Су хабында біздің ғалымдар шетелдік әріптестермен де бірлесе отырып, халықаралық ғылыми жобалар жасауда.

Мысалы, Азиялық Даму Банкінің қолдауымен USDA және Мичиган штатының университетімен бірлесіп Ақмола облысындағы цифрлық орталықта зерттеу нәтижелерін өңдей отырып, жайылымдық аудандарды бағалау бойынша бірлескен жоба жүзеге асырылуда. Оңтайлы нәтижелер Қазақстанның басқа аймақтарында енгізілетін болады.

NASA, жерді бақылау және жаһандық өзгерістер орталығымен бірлесе «Қазақстан мен Моңғолиядағы тамақ өнімдерінің, энергия мен судың өз-ара тәуелділік динамикасы» тақырыбында жоба іске асырылуда.

Бүгінде Су хабы диалог өткізу, тәжірибе алмасу, барлық су мәселелері бойынша ақпараттың уақтылы берілуін қамтамасыз ету алаңына және шұғыл жағдайларға жедел ден қою орталығына айналды. Тек соңғы 3 жылдың ішінде Су хабы жоғары деңгейде 30-дан астам халықаралық, республикалық және университеттік іс-шаралар өткізді. Мысал ретінде Азиялық даму банкімен бірге "Қазақстандағы су қауіпсіздігі және оны практикада тиімді пайдалану"



семинары; Алмания ғалымдарымен бірге «Орталық Азия және Қазақстан су кешенінде иновациялар» атты бизнес-форум және "Қазақстанның су ресурстарына технологиялық және ғылыми трансферттік потенциал" тақырыбында халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция; Жапония ғалымдарымен бірге - Арал теңізіндегі және Сырдария өзеніндегі экологиялық зерттеулер бойынша семинар; Литва мемлекетіндегі Ұлы Витаутас университетімен (Vytautas Magnus University) "Қазақстанда жаратылыстану ғылымдары бағдарламалары бойынша оқыту тәжірибесін тарату" семинары; Аралды құтқару халықаралық қорымен бірге - «Орталық Азиядағы трансшекаралық ынтымақтастық - бүкіл аймақтың қауіпсіздігі, тұрақтылығы және әлауқаты» тақырыбында халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, т.б. шаралар жүйелі түрде жүргізіліп тұрады.

Пандемия кезінде де Орталық отандық және шетел ғалымдарымен бірігіп ауылшаруашылық тауар өндірушілерге онлайн форматында кеңес беру үшін конференциялар өткізілді. Мысалы: «Су ресурстары және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету», «Суармалы жерлерде су ресурстарын басқару, жаһандық ынтымақтастық бөлігі», т.б. актуалды тақырыптарға конференциялар жүргізілді. Сонымен қатар, 2021ж. наурыз айында Л.Тәжібаевтың 105-жылдығына арналған «Жаһандану жағдайында су ресурстарын басқару» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция сәтті өткізілді



Орталық АҚШ, Алмания, Австрия, Испания, Франция, Польша, Ресей, Украина, Беларуссия, Қытай, Сербия, Словакия, Латвия мемлекеттерінің ғылыми орталықтары мен аграрлық бағыттағы жоғары оқу орындарымен өзара әріптестік келісім негізінде бірлесіп су шаруашылығы мамандарын дайындауда. Жан-жақты ынтымастық нәтижесінде академиялық ұтқырлық бағдарламасы аясында шетелдің белді ғалымдары біздің орталыққа арнайы шақырылып, тәжірибе алмасу үрдісі жолға қойылған.

Университет Польша мемлекетінің Варшава жаратылыстану университетінің ғылымдарымен «Су ресурстарын басқаруда IT технологиясын пайдалану» атты бірлескен оқу бағдарламасын әзірледі. Осы бағдарлама бойынша 2019-2020 оқу жылында 8 магистрант қос диплом иегері болды. Осы бағдарлама бойынша оқыған магистранттарымыз өз білімін ArcGIS, QGIS, HECRAS, SWMM, CROPWAT IT бағыттары бойынша шыңдады. Бүгінде осы оқу бағдарламасы бойынша 10 магистрант білім алып жатыр. Су хабында менің жетекшілігіммен «Су ресурстарын басқару» бағыты бойынша жыл сайын Жазғы және Қысқы мектеп ұйымдастырылып тұрады.

Осындай игі істер Лашқар Есенқұлұлы қалдырып кеткен ғылыми еңбек пен өшпес білімнің жалғасы іспеттес. Халқының қамын жеп, ұлтының ертеңіне қызмет еткен, ғылым тарихында аты мәңгі өшпейтін дара ғалымның дара жолы – **жастарға үлгі-өнеге.**

## ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 556.1 (574.5)

### ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ СУҒАРМАЛЫ МАССИВТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ШАРУАШЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

**Абдибай А.М., Ануарбеков Қ.Қ., Абикенова С.М.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы*

#### **Аңдатпа**

Жалпы Сырдария өзені суының, өзеннің төменгі ағысында орналасқан суғармалы алқаптардың топырақ-мелиоративтік құрылымының қазіргі жағдайы өте нашар деңгейде. Топырақтың тұздану мөлшері өте жоғары. Сондықтан тиісті шараларды қолданып берілген мүмкіндіктерді пайдаланып қана суғарғанда өнімнен жақсы нәтиже шығатыны белгілі.

**Кілт сөздер:** тұздану, массив, су торабы, кәріз, шаю нормасы, ГАЖ.

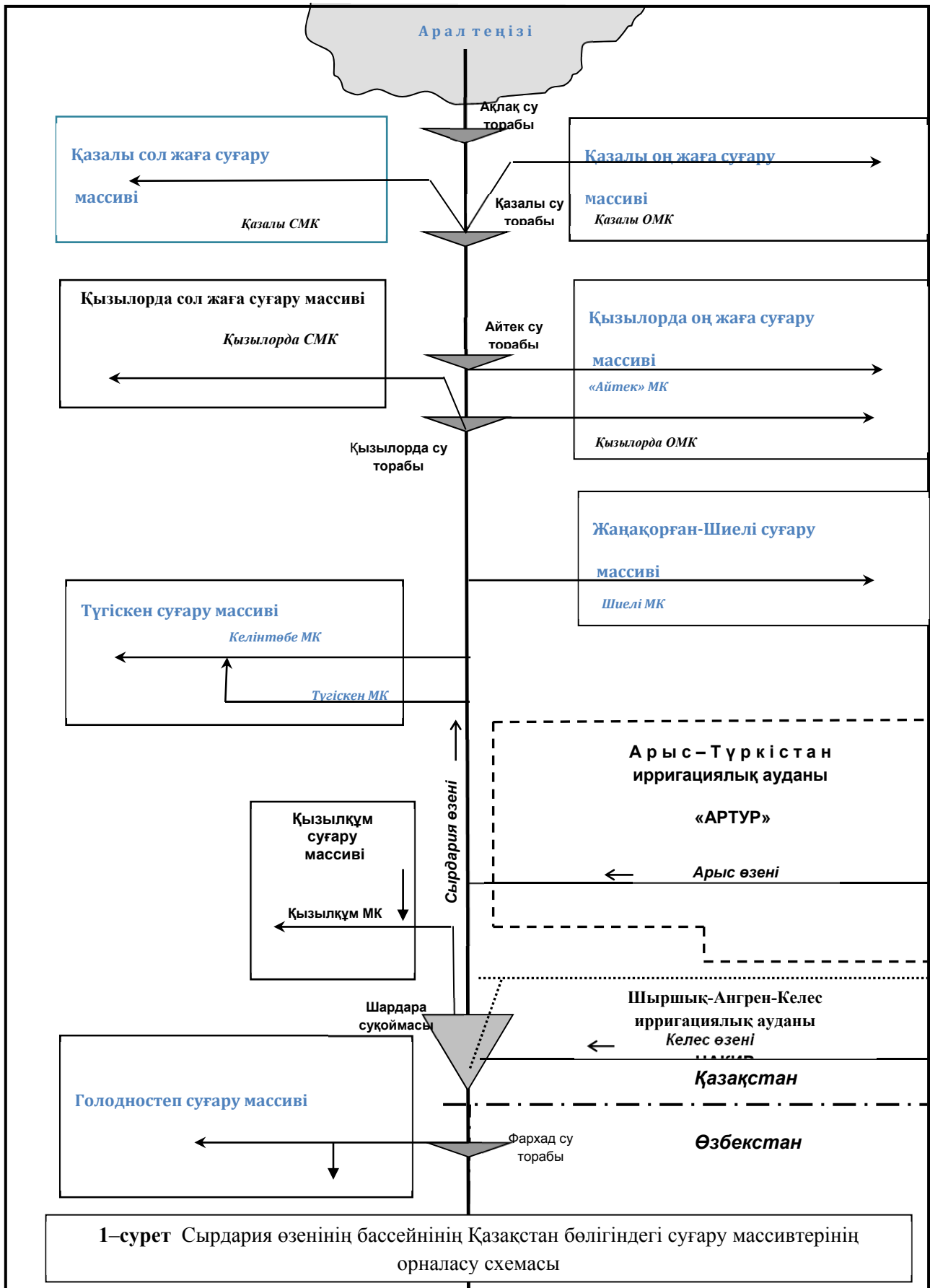
#### **Кіріспе**

Сырдария өзенінің бассейнінің жалпы су қоры орташа көпжылдық кезеңмен алғанда жылыны  $37,2 \text{ км}^3$  құрайды. Ағынның ең басты көлемі Ферғана аңғарынан бастап бассейнің жоғарғы бөлігінде қалыптасқан. Бассейндегі су ресурстарының едәуір бөлігі (52%) Нарын және Қара Дария өзендерінің үлесінде. Ферғана аңғарынан бастау алған Сырдарияның суы Қазақстан бөлігінде Шардара суқоймасына жиналады. Яғни Оңтүстік Қазақстан облысына тиесілі суқойма Қазақстандағы ірі суқоймалардың бірі саналады. 1960 жылға дейін Шардара суқоймасындағы судың көлемі орта жылдық көрсеткішпен санағанда жылына  $22,87 \text{ км}^3$ -ты құраған. 1960 жылдан кейін бұл көрсеткіш жылына  $17,72 \text{ км}^3$ -қа қысқарды. Ал вегетациялық кезеңде бұл көрсеткіш  $11,42 \text{ км}^3$ -қа дейін қысқарды. Қазіргі таңда Шардара суқоймасындағы судың көлемі орташа жылмен алғанда жылына  $7,92 \text{ км}^3$ -ты құрап отыр. Вегетациялық кезеңде бұл көрсеткіш  $6,82 \text{ км}^3$ -қа қысқарады. Мұны трансшекаралық өзен болып саналатын Сырдария суының Өзбекстаннан келетін көлемінің қысқаруымен түсіндіруге болады. Өзбекстан мемлекетінің суғармалы ауданының көлемінің артуы, осы тұрғыда Сырдария суының шамадан тыс көп пайдаланылуы Қазақстан бөлігіне келетін су көлемін біршама азайтып отыр.

Сырдарияның төменгі ағысында суғармалы аудандарға су беру мақсатында, реттеп отыру мақсатында Қызылорда облысы территориясында Қызылорда су торабы мен Қазалы су торабы салынған. 1960 жылға дейін Қызылорда су торабындағы су көлемі жылына  $21,76 \text{ км}^3$ -ты құраса, Қазалы су торабында бұл көрсеткіш жылына  $15,80 \text{ км}^3$ -ты құрады. 1960 жылдан кейін Қызылорда су торабында су көлемі жылына  $11,72 \text{ км}^3$ -ты құраса, Қазалы су торабында жылына  $9,61 \text{ км}^3$ -ты құрады. Ал вегетациялық кезеңде бұл көрсеткіштер тиісінше  $6,41 \text{ км}^3$  және  $5,23 \text{ км}^3$ -қа қысқарды. Қызылорда облысының суғармалы аудандарының көлемінің артуы, суды тиімді реттеу барысында тағыда Айтек су торабы мен Арал теңізіне жақын тұста Ақлақ су торабы салынды.

#### **Зерттеу әдісі**

Сырдарияның төменгі ағысында Қызылорда облысы территориясында 6 суғару массивтері шоғырланған. Ретімен айтар болсақ, Қызылорда облысына кірер тұста Түгіскен суғару массиві (суды Сырдариядан Түгіскен магистралдық каналы және Келінтөбе магистралдық каналы арқылы алады), Жанақорған-Шиелі суғару массиві (Шиелі магистралдық каналы), Қызылорда оң жаға суғару массиві (Қызылорда оң жаға магистралдық каналы), Қызылорда сол жаға суғару массиві (Қызылорда сол жаға магистралдық каналы), Қазалы оң жаға суғару массиві (Қазалы оң жаға магистралдық каналы), Қазалы сол жаға суғару массиві (Қазалы сол жаға магистралдық каналы) орналасқан. Олардың жалпы схемасы **1-суретте** көрсетілген.



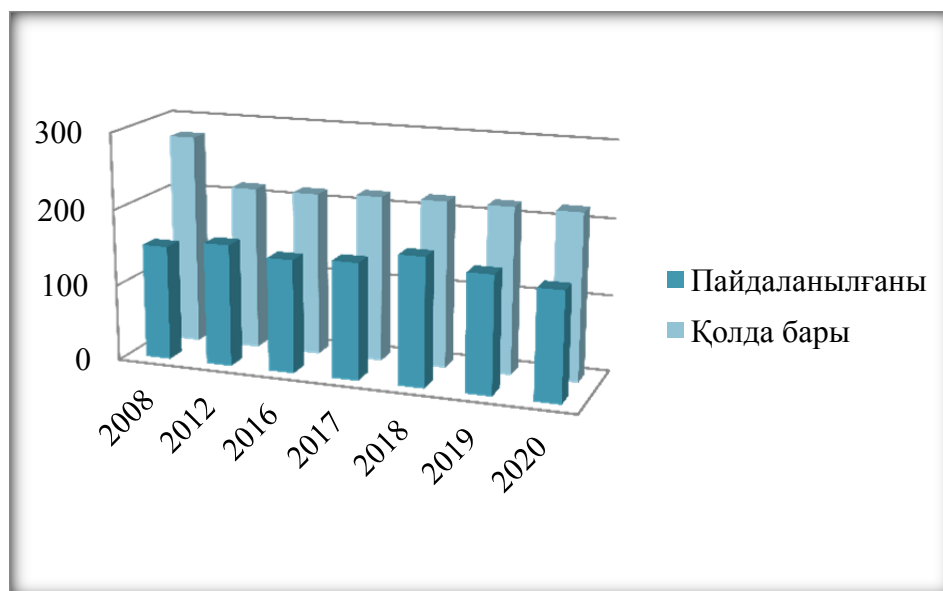
Суғару массивтеріне қарасты суғарылатын аудандардың Сырдария өзені бассейніне қарайтын суғармалы жерлерінің өзгеруі 1-кестеде келтірілген.

**1-кесте** Сырдария өзені бассейнінің Қызылорда облысындағы суғармалы жерлерінің өзгеруі (мың. га)

Жылдар	Қызылорда облысы	
	Суғармалы жерлердің қолда бары	Пайдаланылғаны
2008	277,7	150,6
2012	214,9	160,4
2016	214,7	148,8
2017	217,9	153,1
2018	218,8	168,7
2019	218,8	154,5
2020	218,8	143,4

Кестені графикке салғанда айқын көрінеді, яғни әр жылы суғармалы жерлердің көлемі өзгеріп отырды. Бұл әр жылы Сырдария суының көлемінің өзгеруімен қатар, ондағы су балансын реттеп отыру нәтижесінде өзгеріп отырғандығын көрсетеді.

Бұл туралы нақты ақпарат **2-суретте** келтірілген.



**2-сурет.** Қызылорда облысы бойынша соңғы онжылдықтағы суғармалы жерлердің ауданы, мың.га

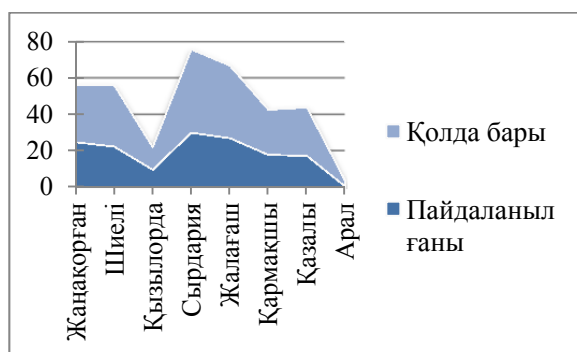
### Зерттеу нәтижесі мен оны талқылау

Әрбір суғармалы аудандардың соңғы 5 жылдағы суғарылатын жерлерінің өзгеруі **2-кестеде** келтірілген.

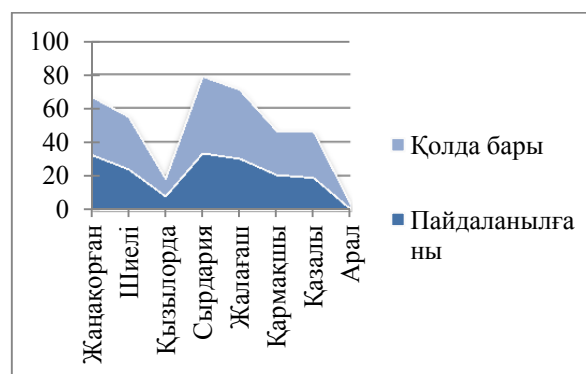
**2-кесте.** Қызылорда облысы суғарылатын жерлерінің аудан бойынша өзгерісінің соңғы 5 жылдағы көрсеткіштері (мың. га)

Суғарылатын аудандардың атауы	2017 ж		2018 ж		2019 ж		2020 ж	
	Қолда. суғ. жер	Пайд.	Қолда. суғ. жер	Пайд.	Қолда. суғ. жер	Пайд.	Қолда. суғ. жер	Пайд.
Жаңақорған	31,65	25,09	34,46	32,55	34,46	30,46	30,46	20,27
Шиелі	33,66	22,70	31,12	24,08	31,12	21,73	31,12	25,53
Қызылорда	12,38	9,9	10,42	8,01	10,42	8,89	10,42	8,78

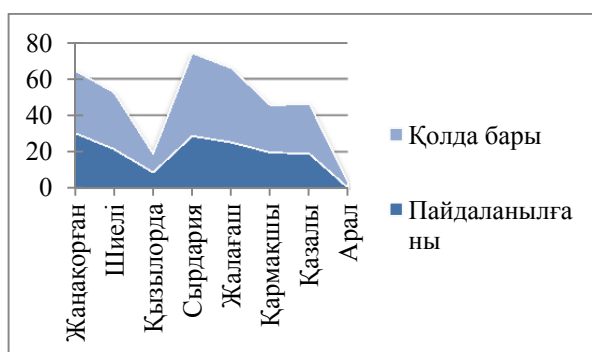
қаласы								
Сырдария	45,77	30,29	45,58	33,52	45,58	28,86	45,58	22,73
Жалағаш	39,87	27,3	40,82	30,4	40,82	25,39	40,82	30,48
Қармақшы	24,92	18,04	26,08	20,74	26,01	19,81	26,01	17,87
Қазалы	26,57	17,58	27,32	18,98	27,32	19,15	27,32	17,55
Арал	3,07	0,59	3,07	0,4	3,07	0,23	3,07	0,23
Облыс бойынша барлығы	217,91	153,13	218,82	168,69	218,82	154,52	218,82	143,4



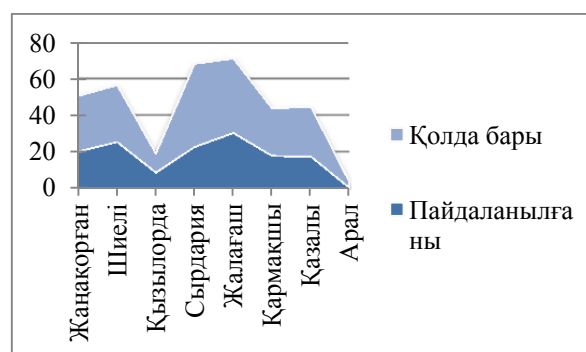
2017 жыл



2018 жыл



2019 жыл



2020 жыл

**3-сурет.** Аудан бойынша суғарылатын жерлердің соңғы 5 жылдағы өзгерісі, мың. га

Суғармалы аудандарда негізінен астық, күріш, күнбағыс, көкөніс, бақша өсімдіктері, картоп және малазықтық дақылдары өсіріледі. Мысалы: 2019 жылы Қызылорда облысы бойынша суғармалы массивтерде, астық - 8,006 мың.га, күріш - 74,919 мың.га, күнбағыс-1,901 мың.га, жеміс-көкөніс, бақша өсімдіктері, картоп - 15,685 мың.га және 47,131 мың.га малазықтық дақылдары егілді. Олардың өнімділігі аса жоғары деп айтуға келмейді. Бір жылы жоғары болса, енді бір жылы төмен болып отырды. Бұл суғармалы массивтердің топырағының құрамының нашарлығы, ондағы тұз мөлшерінің шамадан тыс болуы, судың құрамындағы тұз мөлшерінің артуына байланысты өзгеріп отырды.

Қазіргі таңда облыстағы суғармалы массивтердің ахуалы өте төмен техникалық жағдайда. Олардың басым бөлігі 35-40 жыл бұрын салынған, түпкілікті жақсартуды талап етеді. Қазіргі уақытта 45,4 мың.га суғармалы жерлер қанағатсыздандырылғы жағдайда. Олардың ішінде 24,1 мың.га суғармалы жер тұзданып және сазданып кетсе, 4,475 мың.га суғармалы жерлер-дұрыс дайындалмаған, 14,566 мың.га суғармалы жерлерде – суармалы және коллекторы-дренаж жүйелері жарамсыз болып келеді.

Ауылшаруашылығына пайдаланылатын суғармалы жерлердің мелиоративтік жағдайы **3-кестеде** көрсетілген.

**3-кесте.** Сырдария өзені бассейніне қарасты ауылшаруашылығына пайдаланылатын суғармалы жерлердің мелиоративтік жағдайы (мың.га)

Бассейнге қарайтын облыстар	Жақсы	Қанағат танарлық	Қанағатсыздандырарлық					
			Барлығы	оның ішінде себептері				
				Судың тереңдік деңгейіндегі жарамайтын тереңдік	Тұзданған топырақтар	Судың тереңдік деңгейіндегі жарамайтын тереңдік және тұзданған топырақтар	Жоғарғы еністік >0,05	Төмен сумен қамтамасыздық
Оңтүстік Қазақстан	147,2	177,7	177,9	80,0	42,2	24,9	0,3	0,45
<b>Қызыл-орда</b>	<b>111,5</b>	<b>57,5</b>	<b>45,4</b>	<b>11,8</b>	<b>24,1</b>	<b>10,5</b>	-	-
Бассейн бойынша	258,7	235,2	224,3	91,8	66,3	35,4	0,3	0,45

Кестеден көрініп тұрғандай 214,4 мың.га суғармалы жерлердің 52 пайызы ғана жақсы деген бағаға ие, 25 пайызы қанағаттанарлық жағдайда. Яғни, 77 пайызына немесе 169 мың.га суғармалы жерлерге егін егуге болады, 23 пайызы жарамсыз.

#### **Қорытынды**

Дәл қазіргі жағдайда суғармалы жерлердің мелиоративтік жағдайын бағалау және есептеу үшін бірінші кезекте тыңғылықты топырақ-мелиоративтік зерттеу жұмыстарын жүргізу керек, оның ішіне кіреді:

- тұзданған жерлерді суретке түсіру (съёмка);
- агрохимиялық суретке түсіру (съёмка);
- тұзданған топырақ картограммасын жасау үшін суретке түсіру;
- топырақтың су-физикалық құрамын зерттеу;
- топырақтағы тұздардың шаю нормасын зерттеу;

Топырақ-мелиоративтік зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін жер бетіндегі зерттеу жұмыстары болып саналатын аэрокосмостық зондпен көру әдісін, ал суғармалы жерлердің мелиоративтік жағдайына мониторинг жасау үшін ГИС жүйесін пайдалану керек.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1. Отчеты Кызылординского проектного института по землеустройству за период 2000 - 2020 годы. Кызылорда, 1991...2012 гг.
2. Шомантаев А.А. Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях рек Сырдарьи. – Кызылорда: 2001. -254 с.
3. Материалы Кызылординского областного управления экологии и биоресурсов и химсоставе воды р. Сырдарьи за 2010-2020 гг.
4. Зубаиров О.З., Ануарбеков К.К. Суғармалы жерлерде топырақтың су-тұз режимдерін реттеу және мелиоративтік процестерді басқару // «Водное хозяйство Казахстана» научно-информационный журнал. Астана, 2013. - №4 (54). - 29-35 б.

5. Зубаиров О.З., Ануарбеков К.К. Абикенова С.М. Исследование элементов водно-солевого режима и продуктивности орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи // «Известия» НАН РК. Алматы, 2014. - 2(20). -С.112-117.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Абдибай А.М., Ануарбеков Қ.Қ., Абикенова С.М.**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет*

### **Аннотация**

В целом современное состояние почвенно-мелиоративной структуры орошаемых земель расположенных в низовьях реки Сырдарьи очень печальное. Засоление почв очень высокое. Поэтому нам известно, что хорошие результаты получаются при орошении только с применением соответствующих мер.

**Ключевые слова:** засоление, массив, водозабор, коллектор, дренаж, норма промывки, ГИС.

## CURRENT STATE OF IRRIGATED LAND IN KYZYLORDA REGION

**Abdibay A.M., Anuarbekov K.K., Abikenova S.M.**

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

### **Abstract**

In general, the current state of the soil-reclamation structure of irrigated lands located in the lower reaches of the Syrdarya River is very sad. Soil salinity is very high. Therefore, we know that good irrigation results are obtained only with appropriate measures.

**Key words:** salinization, massif, water intake, collector, drainage, leaching rate, GIS.

**УДК 556.482 (574)**

## МЕТОДИКА ДОПУСКАЕМОГО «УЩЕМЛЕНИЯ» НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ШУ

**Вагапов Р.И.<sup>1</sup>, Калиева К.Е.<sup>2</sup>, Вагапова А.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «Проектный институт Казгипроводхоз», Алматы,

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет

### **Аннотация**

Разработана методика оценки и назначения коэффициента «ущемления» подачи воды водопотребителям орошаемого земледелия и природно-хозяйственным комплексам. Рассмотрены вопросы оптимизации водораспределения в условиях неопределенности притока водных ресурсов. Для решения многоцелевой задачи предложен метод оптимизации водораспределения с критериальным условием ограничения ущемления природоохранных попусков в интервале маловодных и средних по водности лет.

**Ключевые слова:** речной бассейн, коэффициент «ущемления», критериальная оценка, экологический сток реки.

## **Введение**

В настоящее время, из-за отсутствия утвержденных нормативов обоснования экологических попусков рек при регулировании стока водохранилищами, повсеместно в речных экосистемах происходят деграционные процессы. Даже в проектах «Схем комплексного использования и охраны водных ресурсов» (СКИОВР) понятие экологические попуски ограничиваются такими определениями как «санитарные попуски», «природоохранные попуски» и в большинстве случаев крайне ограничены и не рассматривают сохранение речной экосистемы [1]. Фащевский Б.Ф., Бурлибаев М.Ж. в этом же источнике рекомендуют разработку норм предельного изъятия (ПДИ) экологического стока (ЭС). По выполненным исследованиям в [1] требуемый экологический сток составляет от 40 до 65% среднегодового стока.

В современных условиях в аридной зоне поймы рек освоены, пойменные луга являются сенокосными и пастбищными угодьями, речные и дельтовые озера используются для рыболовства и относятся уже к природно-хозяйственным системам (ПХС), которые нередко обеспечены инженерной системой водоподдачи.

В этих условиях возникает необходимость в решении практических задач по распределению водных ресурсов в речных бассейнах между водопользователями отраслей экономики и эколого-хозяйственными системами

### **Методика исследований**

В настоящей статье рассматривается разработанная методика оценки и назначения коэффициента «ущемления» по водным ресурсам на основе водного баланса бассейна реки и допустимого ущемления в орошении и природных систем в пределах до 10%.

Рассматривается двух целевая задача на примере бассейна реки Шу, включающая следующие целевые задачи:

- 1) Оптимальная водоподдача на существующие оросительные системы;
- 2) водообеспечение природоохранных (экологических) попусков в низовья реки.

Сложность выбора критерия оптимизации в данном случае вызвана противоречивостью этих целей.

Противоречие водообеспечения природной среды и развития орошения в речном бассейне заключается в том, что любое значимое изменение стока реки (регулирование водохранилищем, безвозвратный водозабор для хозяйственных целей), являющее жизнеобеспечивающим фактором, ведет к неблагоприятным экологическим последствиям.

В рассматриваемой задаче в первую очередь необходимо обратиться к законам развития природных систем.

В соответствии с законом *внутреннего динамического равновесия* (в. д. р.) любое изменение основных показателей (вещества, энергии, информация биологических популяций, динамических качеств экосистем) вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем [2, 5].

Следствиями закона в. д.р. являются:

1) Любое изменение среды неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения. При значительных изменениях среды процесс может принять необратимый характер.

2) Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов, информации и динамических качеств природных систем количественно нелинейно, т.е. слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения других.

3) Любое местное преобразование природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и ее крупных подразделениях ответные крупные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений. Искусственный



рост эколого-экономического потенциала ограничен термодинамической устойчивостью природных систем.

*Закон в д р.* является одним из узловых положений в природопользовании. Пока изменения среды слабы и произведены на относительной небольшой площади, они гаснут в цепи иерархии экосистем. Как только перемены достигают существенных значений для крупных экосистем, например в масштабах больших речных бассейнов (бассейн Аральского моря), они приводят к существенным сдвигам на этих обширных образованиях.

*Правило десяти процентов* в природопользовании гласит: среднemaxимальный переход с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой 10% (от 7% до 17%) энергии (или вещества в энергетическом выражении), как правило, не ведет к неблагоприятным для экосистемы последствиям [1, 2].

Для оценки возможных воздействий на природную систему следует использовать накопленный опыт хозяйственной деятельности человека в том или ином речном бассейне и устанавливать ограничительные критерии.

Согласно опыту, в стационарных популяциях изъятие 10-30% особей не ведет к выведению популяции из стационарного (вернее квазистационарного) состояния [3].

Таким образом, максимальное ущемление в водных ресурсах пастбищно-сенокосных угодий поймы рек аридной зоны можно допустить не более 30%.

Исходя из выше приведенного закона развития природных систем, единственным критерием оценки воздействия деятельности человека на изменение природной системы речного бассейна может быть критерий термодинамической устойчивости природной системы при заданных эколого-экономических потенциалах. Вся сложность такого подхода затруднена невозможностью его оценки экономически, так как включает “невесомые полезности” природных условий [5].

Предлагается критериальную оценку проводить по природно-энергетическому потенциалу с учетом экологических ограничений.

В этом случае, вероятно, целесообразно исходить из практического опыта развития в речных бассейнах агропромышленных ландшафтов. Прежде всего необходима достаточно четкая качественная и количественная оценка антропогенных воздействий и критериев деградации природных систем.

Одним из главных и безусловных показателей-ограничителей в аридной зоне является водохозяйственный баланс:

$$W_j \geq \sum_{i=1}^{i=n} Potr_i, \quad (1)$$

где  $W_j$  – годовой сток расчетной обеспеченности в створе водозабора;  $Potr_i$  - годовое водопотребление водопользователей.

Для распределения водных ресурсов речного бассейна между водопользователями необходимо решить следующие вопросы:

1) Произвести оценку водных ресурсов с количественной и качественной стороны, их внутригодовое распределение;

2) выявить требования различных водопользователей по водоподаче, установить величины безвозвратных потерь и воздействие потребителей на качество воды;

3) составить русловые балансы по отдельным участкам в принятом масштабе времени с учетом возможных потерь и проведением регулирования стока (при наличии водохранилища);

4) установить допустимые воздействия водного фактора на конкретные природные объекты бассейна, возможные объемы изъятия водных ресурсов с оценкой изменения качества стока;

5) провести распределение водных ресурсов по узловым точкам (створам), руководствуясь установленными критериями.

Обычно принято исходить от среднегодовых или заданной (75..90%) обеспеченности. В этом случае необходимо решить задачу удовлетворения потребностей всех водопотребителей в заданном доверительном интервале:

$$W_{min} \leq W_i \leq W_{max} \quad (2)$$

где  $W_{min}$ ,  $W_{max}$  – возможные объемы стока расчетной обеспеченности.

При возможности прогноза ожидаемого стока область возможных колебаний ожидаемого стока ограничивается доверительным интервалом точности прогноза, т.е. граничные значения будут определяться условием принятой надежности. Так при надежности 95%

$$W_i = W_{cp} \pm 2\sigma \quad (3)$$

Таким образом, главным детерминированным решением будет условие удовлетворение всех потребностей, включая природные комплексы, по среднемноголетнему стоку.

В годы малой водности ( $j = 75...95\%$ ) возникает дефицит водных ресурсов:

$$D_j = W_j - Potr_{cp} \quad (4)$$

Дальнейшая проблема оптимизации заключается в установлении объемов водоподачи потребителям и выборе критериев ущемления в воде потребителей и составляющих природных комплексов.

Для удовлетворения всех потребителей вводятся коэффициенты ущемления водоподачи  $\alpha_i$ . Среднее значение коэффициента ущемления определяется по дефициту расчетного года:

$$\alpha_i = W_j / Potr_{cp}, \quad (5)$$

где  $W_j$  – объем годового стока в бассейне реки заданной обеспеченности;  $Potr_{cp}$  – водопотребление по среднемноголетнему году.

Исходя из среднего значения  $\alpha_i$  назначаются коэффициенты ущемления для каждого водопользователя. Например, для природоохранных попусков принимаются 0,9...0,7; для орошаемых массивов 0,9...0,7; лиманного орошения 0,8...0,5. Затем контролируется баланс водных ресурсов при расчетной водообеспеченности [3]:

$$W_j \geq \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i Potr_i, \quad (6)$$

где  $Potr_i$  – объем годовой водоподачи водопользователю по среднемноголетнему году;  $\alpha_i$  – принятые коэффициенты ущемления водопользователей.

В очень маловодные годы  $P_j \geq 90\%$  при установлении коэффициентов ущемления ниже принятых расчетных, встает необходимость вводить ограничения по орошаемой площади по каждому орошаемому массиву, начиная с верховьев реки.

При водохозяйственном планировании широко используется критерий «расчетная обеспеченность», под которой подразумевают вероятное число лет всего расчетного периода, когда гарантирована полная водоподача потребителю.

Вопрос установления расчетной водообеспеченности связан с большой неопределенностью при экономической оценке ущерба, вызываемого сокращением объемов подачи воды. Поэтому правильнее было бы рассматривать ряд вариантов обеспечения потребностей в воде и проводить технико-экономическое сравнение вариантов.

Расчетная обеспеченность является одной из главных исходных величин при разработке водохозяйственных балансов.

Исходя из установившейся практики проектирования приняты следующие значения расчетной обеспеченности (в %) [4, 5]:

Питьевое и промышленное водоснабжение	95-97;
гидроэнергетика	90-95;
водный транспорт (зависимости от класса магистрали)	90-99;
регулярное орошение	75-85;
лиманное орошение	50-75;
рыбное хозяйство	75-95.

Для ряда подотраслей сельскохозяйственного производства, природных комплексов нет установленных значений расчетной обеспеченности. На основании анализа существующей практики проектирования и эксплуатации можно рекомендовать следующие значения расчетной обеспеченности (в %):

Сельскохозяйственное водоснабжение	95-97;
обводнение	90-95;
затопление пойм ирригационными попусками	70-80;
попуски по сохранению озерно-речной системы	75-90;
санитарные попуски для сохранения качества воды	95-97.

Приведенные выше значения могут быть уточнены исходя из конкретных условий бассейна, прежде всего, исходя из фактической изменчивости стока водоисточника.

После расчетов по ожидаемым маловодным годам производится расчет средневзвешенного ущемления водопользователей при каждой заданной обеспеченности  $P_j$ :

$$\alpha_{cp} = \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i p_i / P_{cp}. \quad (7)$$

Общим показателем водообеспеченности всех водопользователей может быть приведенная обеспеченность [5]:

$$P = \alpha_{50} P_{50} + (P_{75} - P_{50}) \alpha_{75} / \alpha_{50} + (P_{90} - P_{75}) \alpha_{90} / \alpha_{75} + (P_{100} - P_{90}) \alpha_{100} / \alpha_{90}, \quad (8)$$

где  $\alpha_{50}$ ,  $\alpha_{75}$ ,  $\alpha_{90}$ ,  $\alpha_{100}$  – средневзвешенные коэффициенты ущемления при соответствующей обеспеченности притока воды в расчетный створ.

При совместном решении задачи водообеспечения сельскохозяйственного производства и эколого-социальных требований необходимо удовлетворить несколько целевых функций. Имеется несколько подходов.

Допустим, что необходимо произвести максимум сельскохозяйственной продукции (с учетом биопродуктивности природных комплексов), тогда эту целевую функцию можно выразить через биомассу, выраженную через энергию:

$$\max_{\{x_j\}} \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (9)$$

где  $p_j$  – энергетическая продуктивность единицы площади пойменных земель, прилегающих пастбищ, водных экосистем, орошаемых земель с вычетом всех вложенных энергозатрат;  $x_j$  – переменные показатели, зависящие от объема водоподачи.

Природно-экологические требования могут быть выделены в виде ограничений:

$$P\% = 75\% \quad (10)$$

$$\alpha_1 \leq x_1 / x_{1\max} \leq 1, \quad (11a)$$

$$\alpha_2 \leq x_2 / x_{2\max} \leq 1, \quad (11b)$$

$$\alpha_3 \leq x_3 / x_{3 \max} \leq 1, \quad (11в)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – допускаемое ущемление природных комплексов по водоподаче;  $x_{1 \max}, x_{2 \max}, x_{3 \max}$  – показатели затопления в многоводные годы ( $P\% = 10\%$ ).

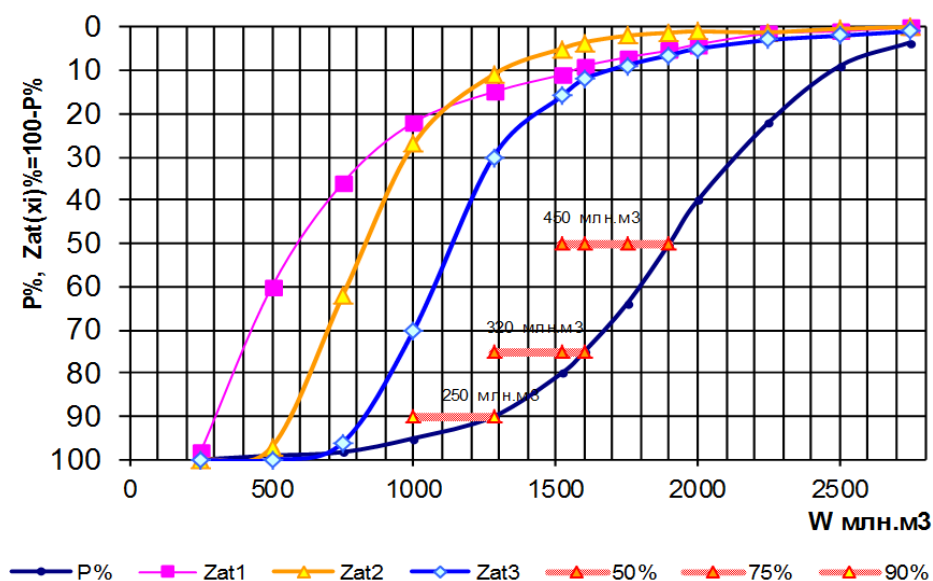
При решении задачи оптимизации водораспределения в бассейне реки Шу был использован критерии (10) и (11в) и ограничительный критерий по Сузакскому району ( $Zat x_3$ ) в виде:

$$0,7 \leq x_3 / x_{3 \max} \leq 1 \text{ при } P\% = 75\% \quad (12)$$

На **рисунке 1** приведена кривая обеспеченности притока в Тасоткельское водохранилище и кривые относительного затопления низовий реки Шу и допускаемые объемы водозабора.

Как видно из графиков, допускаемые объемы водозабора, обеспечивающие гарантированную площадь затопления, изменяются в пределах 250...450 млн. м<sup>3</sup>. При подаче в низовья объем должен для обеспечения условия быть не менее 1280 млн. м<sup>3</sup>. При этом водозабор ограничивается потребностью затопления не менее 70% поймы в Сузакском районе.

Ниже на рисунке и в **таблице 1** приводятся значения допустимого водозабора и ожидаемые площади затопления по трем районам.



**Рисунок 1** – Графоаналитический расчет водозабора на орошение

**Таблица 1** – Допустимые объемы водозабора и % затопления поймы по районам

P% стока	Годовой сток, млн. м <sup>3</sup>	Водозабор, млн. м <sup>3</sup>	% затопления поймы по районам		
			Мойнкумкий	Сарысуский	Сузакский
50	1900	450	89	93	83
75	1600	300	86	89	70
90	1280	250	78	73	30

### Выводы

– При 75% обеспеченности стока возможный забор в створе Тасоткельского водохранилища не должен превысить 300 млн. м<sup>3</sup>, если учесть потери на испарение и фильтрацию в водохранилище, то гарантированная подача должна быть 260 млн. м<sup>3</sup>, что

достаточно для водообеспечения 42 тыс. га орошаемых земель, расположенных ниже Тасоткельского водохранилища.

– В годы 90% обеспеченности и ниже встает необходимость ущемлении орошения до 210 млн. м<sup>3</sup>, против 260 млн. м<sup>3</sup>, т.е. до допускаемого  $\alpha_{орощ}$  =0,7. При очень низкой обеспеченности необходимо сокращение площадей орошения.

– Для обеспечения площади орошения 50 тыс. га необходимо многолетнее регулирование с коэффициентом отдачи  $\alpha$  =0,9 [5].

### Список литературы

1. Бурлибаев М.Ж., Фашевский Б.В., ОПП К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: «Каганат», 2014. – 408 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование / Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. 639 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1977. – 399 с.
4. Великанов А.Л. Водохозяйственные системы и расчетная обеспеченность // Водные ресурсы, 1973. – N 5. – С. 179-183.
5. Справочник мелиорация и водное хозяйство / Водное хозяйство. – Т.5. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 399 с.

### TECHNIQUE OF ACCEPTABLE «INFRINGEMENT» ON THE EXAMPLE OF THE SHU RIVER

**Vagapov R.Y.<sup>1</sup>, Kaliyeva K.E.<sup>2</sup>, Vagapova A.R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>LLP «Kazgiprovodkhoz Design Institute», Almaty, Republic of Kazakhstan,

<sup>2</sup> Kazakh National Agrarian University, Almaty, Republic of Kazakhstan

#### Abstract

The methodology for assessing and assigning the coefficient of «infringement» of water supply to water consumers of irrigated agriculture and natural-economic complexes has been developed. The issues of optimization of water distribution in conditions of uncertainty of the inflow of water resources are considered. To solve a multipurpose problem, was proposed a method for optimizing water distribution with a criterial condition for limiting the infringement of environmental releases in the interval of low-water and medium-water years.

**Key words:** river basin, coefficient of «infringement», criterial assessment, ecological river flow.

### ШУ ӨЗЕНІНІҢ МЫСАЛЫНДА РҰҚСАТ ЕТІЛГЕН «ҚЫСЫМ ЖАСАУ» ӘДІСІ

**Вагапов Р.И.<sup>1</sup>, Калиева К.Е.<sup>2</sup>, Вагапова А.Р.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>ЖШС «Проектный институт Казгипроводхоз», Алматы,

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы

#### Аңдатпа

Суармалы егіншіліктің су тұтынушыларына және табиғи-шаруашылық кешендеріне су беруді "шектеу" коэффициентін бағалау және тағайындау әдістемесі әзірленді. Су ресурстары ағынының белгісіздігі жағдайында су таратуды оңтайландыру мәселелері қаралды. Көп мақсатты мәселені шешу үшін сулылығы төмен және орташа сулы жылдар аралығында табиғатты қорғау мақсатында, су жіберуді шектеудің критериялды шартымен суды бөлуді оңтайландыру әдісі ұсынылады.

*Кілт сөздер:* өзен алабы, «қысым жасау» коэффициенті, критериалды баға, өзеннің экологиялық ағыны.

УДК 631.6:631.81

## МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВ

Джайсамбекова Р.А., Мирдадаев М.С., Басманов А.В., Кубегенова Л.С.

*Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз,*

### **Аннотация**

Высокая концентрация солей в почвах на засоленных землях не только затрудняет поступление воды, но и нарушает структуру почвы, снижает ее пористость и ухудшает водопроницаемость, что негативно влияет на нормальный рост и развитие сельскохозяйственных культур. Для таких почв, рекомендуется использование технологий по повышению интенсивности роста и развития сельскохозяйственных культур путем использования микроэлементов ( $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $NaCl$ ) и стимулятора роста (гумата натрия).

**Ключевые слова:** засоленные почвы, магниевое осолонцевание, щелочные почвы, микроэлементы, лабораторные исследования.

### **Введение**

Продуктивность орошаемых земель зависит от их мелиоративного состояния. Фактор засоления отрицательно сказывается на жизнедеятельности растений. Величина отрицательного влияния засоления находится в прямой зависимости от концентрации соли в почвенном растворе. Анализ почвенно-экологического состояния действующих ирригационных систем Южного Казахстана показывает, что более 40% орошаемых здесь земель подверглось засолению, из них одна треть - осолонцеванию, и ощелачиванию, к потерям гумуса запасов питательных веществ, что привело к снижению урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5-2 раза [1].

Фактор засоления отрицательно сказывается на жизнедеятельности растений. Степень негативного влияния засоления находится в прямой зависимости от концентрации солей в почвенном растворе. Поэтому вопрос о солеустойчивости растений становится наиболее актуальным.

Орошаемые земли Южных регионов Казахстана характеризуются повышенной щелочностью, рН почвенного раствора достигает - 8,5-9,4 и более, при оптимальном значении около 7-8.

Отрицательное действие высокой концентрации солей сказывается прежде всего на корневой системе растений. При этом наиболее сильно угнетается наружная часть корней, непосредственно соприкасающаяся с растворами солей.

Для повышения интенсивности роста и развития сельскохозяйственных культур на таких почвах, рекомендуется использование методов повышения солеустойчивости растений, которая способна обеспечивать получение дружных всходов, нормальный рост и развитие сельскохозяйственных культур на деградированных почвах [2].

Способ повышения солеустойчивости семян закалкой, в зависимости от химизма засоления почв, растворами солей  $NaCl$ ,  $MgSO_4$ ,  $Na_2CO_3$  разработан П.А. Генкелем.

Проведенные авторами НИР показали, что для повышения солеустойчивости сельскохозяйственных культур рекомендуется использовать сульфаты цинка и меди ( $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ), хлористый натрий ( $NaCl$ ) и стимулятор роста – гумат натрия.

Цинк поступает в растения в форме катиона  $Zn^{2+}$ , оказывая многостороннее действие на обмен веществ. Он необходим для функционирования ряда ферментов гликолиза. Роль цинка важна также в образовании аминокислоты триптофана и является активатором ферментов, предотвращает преждевременное старение клеток. Способствует повышению жаро-, засухо- и морозостойкости растений [3]. Медь активизирует образование белков и витаминов группы. Как и цинк, активирует фермент, предотвращает преждевременное старение клеток растения. Принимает участие в метаболизме белков и углеводов в растении. Существенно повышает иммунитет растений к грибковым и бактериальным заболеваниям [4]. Вместе с тем, высокая концентрация цинка и меди в системе почва-вода оказывает токсичные действия на растения. Для повышения солеустойчивости сельскохозяйственных культур, кроме микроэлементов, используется также различные концентрации хлористого натрия, гумата натрия и цинка.

Гумат натрия ускоряет расходование запасных питательных веществ, идущих при прорастании семян, способствует их передвижению в ростки. Это подтверждается тем, что при обработке семян гуматом натрия содержание сухого вещества в семядолях и эндосперме снижается, а в ростках повышается. Интенсификация обмена вызывает повышение энергии прорастания и усиление ростовых процессов [5].

#### **Методика исследований**

Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях. В исследованиях для повышения солеустойчивости сельскохозяйственных культур проведена предпосевная обработка семян микроэлементами сульфатом цинка и меди ( $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ) и стимулятором роста – гуматом натрия.

В лабораторных условиях устанавливалось влияние обработки семян микроэлементами, хлористым натрием и гуматом натрия в отдельности и совместно на их всхожесть, при различной их концентрации. Осуществлено 4 эксперимента с применением различных 4-х микроэлементов по следующим вариантам: 1-й вариант - контроль; 2-й вариант - обработка семян 0,5% раствором микроэлемента; 3-й вариант - обработка семян 1% раствором микроэлемента; 4-й вариант - обработка семян 2,5% раствором микроэлемента; 5-й вариант - обработка семян 5% раствором микроэлемента (**рисунок 1**).



**Рисунок 1** – Лабораторные опыты по установлению всхожести семян сельскохозяйственных культур при различной концентрации растворов микроэлементов

В опытах использованы засоленные почвы Кызылординской области и щелочные почвы магниевого осолонцевания бассейна рек Аса-Талас ОПУ «Бесагаш».

Для проведения полевых исследований выбраны и подготовлены 2 опытных участка в Махтааральском районе Туркестанской области (к/х «Андас» - 2 га), и в бассейне рек Аса-Талас (ОПУ «Бесагаш» - 0,5 га), Жамбылской области. Орошаемые почвы ОПУ «Бесагаш» имеет высокую щелочность и магниевую солонцеватость, к/х «Андас» - почвы среднего засоления и магниевую солонцеватость.

### Полученные результаты и их обсуждение

Результаты лабораторных исследований показали, что на щелочных почвах магниевого осолонцевания, наиболее эффективным является вариант с обработкой семян кукурузы растворами сульфата цинка.

При обработке семян кукурузы 2,5%-ным и 5%-ным растворами сульфата цинка, всхожесть семян достигает 98%, хлопчатника 63 и 67%, пшеницы 94 и 91%.

При обработке семян кукурузы 2,5%-ным и 5%-ным растворами сульфата меди, всхожесть семян составляет 96 и 95%, хлопчатника 65% и 67%, пшеницы 94 и 97%.

В вариантах с обработкой семян хлористым натрием, всхожесть ниже. Например, всхожесть хлопчатника при обработке 2,5% -ным раствором хлористого натрия составляет 57%, а 5%-ным раствором – 55%.

При обработке семян 2,5% -ным и 5% -ным растворами гумата натрия, всхожесть кукурузы составила соответственно 96% и 88%, хлопчатника 63% и 55%, пшеницы 97% и 92% (таблица 1).

**Таблица 1** –Всхожесть семян сельскохозяйственных культур при различной концентрации водных растворов микроэлементов и гумата натрия, %

Стимуляторы	Культуры	Контроль	Концентрация, %			
			0,5	1,0	2,5	5,0
ZnSO <sub>4</sub>	Кукуруза	94	95	96	98	98
	Хлопчатник	53	58	61	63	67
	Пшеница	92	93	93	94	91
CuSO <sub>4</sub>	Кукуруза	95	95	96	96	95
	Хлопчатник	61	61	60	65	65
	Пшеница	94	94	94	94	97
NaCl	Кукуруза	86	83	91	93	84
	Хлопчатник	50	50	55	57	55
	Пшеница	87	93	93	92	91
Гумат натрия	Кукуруза	93	93	94	96	88
	Хлопчатник	43	45	56	63	55
	Пшеница	98	99	99	97	92

Поэтому наиболее эффективным является вариант с обработкой семян 2,5% -ным раствором сульфата цинка.

Результаты исследований показали, что на сильнозасоленных почвах Кызылординской области всходы пшеницы, кукурузы и хлопчатника не получены на всех вариантах, независимо от концентрации микроэлементов, гумата натрия и хлористого натрия. Это объясняется высокой степенью засоления почв. По данным химанализа степень засоления этих почв составила 1,408 - 1,800% от веса сухой почвы, а содержание хлора – 0,105-0,369%. В таких почвах необходимо проводить мероприятия по их рассолению.

Таким образом, лабораторные исследования по установлению влияния микроэлементов и гумата натрия на всхожесть семян, первоначальный рост и развития растения показали, что на щелочных почвах магниевого осолонцевания наиболее эффективным вариантом является обработка семян растений 2,5%-ным раствором цинка.

Поэтому для полевых исследований при обработке семян микроэлементами был выбран вариант с обработкой 2,5% -ным раствором сульфата цинка.

Полевые исследования по испытанию эффективности сульфата цинка и гумата натрия проводились на опытных участках «Бесагаш» (Жамбылская область) и к/х «Андас» (Туркестанская область). На орошаемых землях опытного участка «Бесагаш» выращивалась кукуруза на зерно, а на опытном участке к/х «Андас» - хлопчатник (рисунок 2).





**Рисунок 2** – Обработка семян и посев кукурузы на опытном поле «Бесагаш»

Семена кукурузы и хлопчатника обрабатывались 2,5% -ным растворами сульфата цинка и гумата натрия.

На опытном участке «Бесагаш» 15 мая осуществлен посев кукурузы. Общая площадь опытных участков 0,5 га. На опытных участках к/х «Андас» был посажен хлопчатник. Перед посадкой семена хлопчатника обрабатывались сульфатом цинка и гуматом натрия.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием кукурузы и хлопчатника. Результаты исследований подтвердили эффективность использования сульфата цинка на щелочных почвах магниевого осолонцевания. В вариантах с обработкой семян кукурузы и хлопчатника достигнуты более высокие темпы роста и развития (**рисунок 3**).



**Рисунок 3** – Фенологические наблюдения за развитием кукурузы и хлопчатника

Результаты фенологического наблюдения за ростом и развитием кукурузы на опытном участке «Бесагаш» показали, что высокие темпы их роста и развития получены в варианте, где семена обрабатывались сульфатом цинка. Например, в конце августа рост кукурузы в данном варианте изменялась в пределах 184 -262 см, а при обработке гуматом натрия –171 -262 см, а в контрольном варианте – 145-237 см.

Различные темпы роста и развития кукурузы на опытном участке «Бесагаш» подтверждаются их биометрическими показателями (**таблица 2**). Параметры биометрических показателей, также подтверждают эффективное влияние сульфата цинка и гумата натрия на солеустойчивость возделываемых растений.

**Таблица 2** – Биометрические параметры развития кукурузы на ОПУ «Бесагаш»

Варианты	№ площадок	Площадь всех листьев, см. <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Вес початок, г.		
			мини-мальная	средняя	макси-мальная
1 (контроль)	П-№1	24348	210	245	260
	П-№2	34832	145	197	225
	П-№3	12625	220	225	270

	<b>Среднее по варианту</b>	<b>23935</b>	<b>145</b>	<b>222</b>	<b>270</b>
2 (обработка семян ZnSO <sub>4</sub> )	П-№1	44852	270	310	390
	П-№2	25302	226	274	285
	П-№3	14733	253	295	425
	<b>Среднее по варианту</b>	<b>28296</b>	<b>226</b>	<b>293</b>	<b>425</b>
3 (обработка гуматом натрия)	П-№1	25600	225	252	265
	П-№2	19020	255	275	395
	П-№3	34462	180	230	370
	<b>Среднее по варианту</b>	<b>26361</b>	<b>180</b>	<b>253</b>	<b>276,7</b>

Приведенные данные показывают, что интенсивное развитие кукурузы во втором и третьем вариантах, по сравнению с контрольным вариантом, обеспечила наибольшую площадь листьев. Во втором варианте площадь листьев на 18,2% больше чем в контрольном варианте. В варианте с обработкой семян кукурузы гуматом натрия, площадь листьев на 7,3% меньше чем во втором варианте.

Аналогичная динамика развития при обработке семян цинком получена и для хлопчатника. Установлено, что в этом варианте высота хлопчатника в конце июля изменялась в пределах 58-83 см, в варианте с гуматом натрия – 52-79 см, а в контрольном – 47-76 см. Общее количество коробочек в варианте, где семена обрабатывались цинком, составила 15 шт., гуматом натрия – 14 шт., а в контрольном варианте – 11 шт. Урожайность кукурузы и хлопчатника по вариантам опытов приведены в таблице (таблица 3).

**Таблица 3 – Влияние обработки семян сельскохозяйственных культур растворами микроэлементов и гумата натрия на их урожайность**

Культуры	Варианты опытов	Урожайность, ц/га			Количество, шт	Коэффициент вариации, %
		минимальная	средняя	максимальная		
Кукуруза на зерно	контроль	41	46	49	3	9,48
	2,5%-й раствор цинка	52	60,7	69	3	14,02
	2,5%-й раствор гумата	53	56,7	59	3	5,67
Хлопчатник	контроль	24	25	26	3	4,00
	2,5%-й раствор цинка	29	30,7	32	3	4,98
	2,5% -й раствор гумата	26	26,7	28	3	4,33

Приведенные данные показывают, что урожайность кукурузы во втором варианте больше, по сравнению с контрольным и третьим вариантом.

### **Выводы**

1. Результаты исследований показали, что на сильнозасоленных почвах Кызылординской области всходы пшеницы, кукурузы и хлопчатника не получены на всех вариантах, независимо от концентрации микроэлементов, гумата натрия и хлористого натрия. Это объясняется высокой степенью засоления почв.

2. Лабораторные исследования по установлению влияния микроэлементов и гумата натрия на всхожесть семян, первоначальный рост и развития растения показали, что на щелочных почвах магниевого осолонцевания наиболее эффективным вариантом является обработка семян растений 2,5%-ным раствором цинка.

3. Результаты исследований на опытных участках показывают, что обработка семян растворами микроэлементов заметно улучшают всхожесть, рост и урожайность сельскохозяйственных культур.

### Список литературы

1. Рекомендации по повышению солеустойчивости сельскохозяйственных культур. – Тараз: ТОО «КазНИИВХ», 2016.
2. Джайсамбековой Р.А., Аманбаевой Б.Ш., Салимбаева Р.Р., Дильдабаева А.Б. «Влияние микроэлементов на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур» Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве / Сборник научных трудов КазНИИВХ, Том 53, 2016 г. стр.122-128.
3. Плодородие [Электрон. Ресурс]: Значение микроэлементов в жизни растений. 2011. Режим доступа: <http://plodorodie.com/usefullarticles/98.html>
4. Виноградов В.А. Улучшение солонцовых почв кислованием железным купоросом // Мелиорация солонцов в условиях орошения Нижнего Поволжья / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. – Волгоград, 1979. –С. 125-128.
5. Афонина Р.Н. Влияние гумата натрия на рост и развитие сельскохозяйственных растений в зоне каштановых почв сухой степи Алтайского края. Режим доступа <http://www.referun.com/n/vliyanie-gumata-natriya-na-rost-i-razvitie-selskohozyaystvennyh-rasteniy-v-zone-kashtanovyh-pochv-suhoy-stepi-altayskogo-#ixzz3nb5nOUzN>

### RECLAMATION METHODS OF INCREASING THE SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL CROPS TO SOIL SALINATION

**Dzaisambekova R.A., Mirdadayev M.S., Basmanov A.B., Kubegenova L.S.**

*Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy, Taraz*

#### **Abstract**

In saline soils, a high concentration of salts in the soil not only hampers the flow of water, breaks the soil structure, reduces its porosity and water permeability deteriorates, which adversely affects the normal growth and development of crops. For such soils, it is recommended the use of technology to increase the intensity of growth and development of crops, through the use of trace elements (ZnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, NaCl) and growth stimulator (sodium humate).

**Keywords:** saline soils, magnesium alkalinity, alkaline soils, trace elements, laboratory tests.

### ТҰЗДАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДА АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ МЕЛИОРАТИВТІК ӘДІСТЕРІ

**Джайсамбекова Р.А., Мирдадаев М.С., Басманов А.В., Кубегенова Л.С.**

*Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Тараз*

#### **Андатпа**

Тұзданған жерлердегі топырақтағы тұздардың жоғары концентрациясы топырақтың су өткізгіштігін ғана қиындататып қоймай, топырақтың құрылымын төмендетеді, оның кеуектілігін және су сіңімділігін нашарлатады, ауыл шаруашылығы дақылдарының қалыпты өсуі мен дамуына кері әсерін тигізеді. Мұндай топырақтарда микроэлементтер (ZnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, NaCl) және өсу стимуляторын (натрий гуматы) пайдалана отырып ауыл шаруашылығы дақылдарының қарқынды өсу мен дамуын арттыратын технологиясын қолдану керек.

**Кілт сөздер:** тұзданған топырақтар, магнийлі сортаңданған, топырағы сілтілі, микроэлементтер, лабораториялық ізденістер.

## ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Дуанбекова А.Е.,<sup>1</sup> Султанбекова П.С.<sup>2</sup>, Саркынов Е.<sup>1</sup>, Мешик О.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент,

<sup>3</sup>Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

### Аннотация

В статье дается разъяснение основы по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение. Использование коллекторно-дренажных вод возможно без нанесения ущерба окружающей среде (почвенным условиям) при соблюдении ряда требований, а также разработка крупномасштабных мероприятий по сокращению стока коллекторно-дренажных вод через повторное использование их в местах формирования. Дается так же краткое описание мелиоративному состоянию орошаемых земель

**Ключевые слова:** ирригационная пригодность, мелиоративное состояние, коллекторно-дренажная сеть, орошаемые земли.

### Введение

В последних сессиях Всемирного водного форума отмечено, что на данный период во всем мире ощущается проявление различного рода природных катаклизмов, часть которых связана с глобальным потеплением климата. С этим связано усиление дефицита воды, засухи, наводнения, цунами, истощение запасов питьевой воды и др [1].

Эти последствия представляют еще большую угрозу для бассейна Аральского моря, расположенного в аридной зоне, где уже имеет место целый комплекс упомянутых проблем.

В Центральной Азии развитие орошения и дренажных систем в 1960-1980 гг. создало, несомненно благоприятные условия для повышения продуктивности почв и роста сельскохозяйственного производства.

В настоящее время в странах Центральной Азии наблюдается влияние маловодных лет, резкое падение роста сельскохозяйственного производства, проблемы с распределением трансграничных водных ресурсов, ухудшением качества речных вод, засоление и деградация почв и др. Одной из не решенных проблем является проблема управления сформированными возвратными водами и сброса их в ствол реки, озера и ветланды, т.к. коллекторно-дренажный сток является источником поступления солей в реки и загрязнения водных объектов [2].

Одним из путей решения проблемы дальнейшего развития аграрного сектора является разработка крупномасштабных мероприятий по сокращению стока коллекторно-дренажных вод через повторное использование их в местах формирования. Перспективность такого рода технологий состоит в том, что в регионе формируются достаточно большие объемы дренажно-сбросных и подземных вод, имеющих слабую минерализацию, не превышающую 1,2-2,5 г/л. В настоящее время только часть этих вод используется на орошение.

Таким образом, в настоящее время одной из важных задач, стоящих перед водохозяйственными организациями региона является организация управления коллекторно-дренажным стоком: его объемами, использованием части стока, сбросом в реки, лимитированием сброса в рамках бассейна и бассейновых организаций.

Очевидно, что пришло время признать, что коллекторно-дренажные воды, сформировавшиеся в пределах каждой республики необходимо считать их внутренним ресурсом. В будущем, при распределении трансграничных водных ресурсов необходимо исключить из лимита объемы дренажно-сбросных вод, формируемых на территории

республики. И каждая страна исходя из своих требований, самостоятельно должна решать проблему их использования и управления. В будущем необходимо исключить объемы КДВ при выделении водных ресурсов. В южных районах Республики Казахстан формируется от 2,0 до 2,2 км<sup>3</sup> КДС с минерализацией 2,0-2,5 г/л, объем солевого стока составляет 4,5-5,5 млн.тн в год, из которых 60% возвращается в ствол реки, остальные – в местные понижения и используются как водоприемники. При этом все водоприемники - понижения являются замкнутыми, где их водные ресурсы расходуются на испарение.

Ирригация, как показывает опыт последних десятилетий резко меняет природно - водохозяйственную обстановку. Это связано, в первую очередь, с изменением водного баланса территории в сторону увеличения приходной его части и существенной роли в этом процессе субъективного фактора - степени влияния того или иного государства на динамику режима поверхностного стока. Нехватка оросительной воды в вегетационный период, возможность использования коллекторно-дренажной воды, поддержание мелиоративного состояния орошаемых земель в хорошем состоянии - проблема, которая всегда актуальна для Республики.

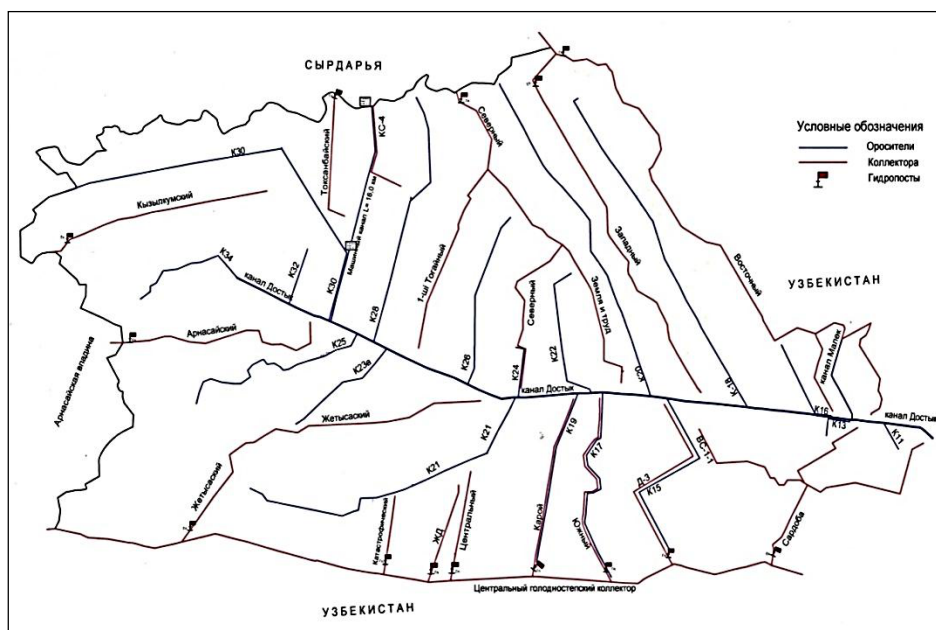
**Цель исследования:** оценка и недопущение ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель при использовании коллекторно-дренажных вод на орошение. Для этого авторы предлагают разработку научно-практических рекомендаций по использованию коллекторно-дренажной воды для земледельцев.

#### **Методика исследований**

При использовании коллекторно-дренажных вод эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель во многом зависит от их минерализации и качественного состава солей поверхностных вод [3]. Поэтому эколого-мелиоративная оценка орошаемых территорий требует установления, прежде всего, степени и химизма засоления воды и сравнения их с ПДК (предельно-допустимыми концентрациями). Поэтому пригодность коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур оценивалась по следующим показателям: - опасности засоления почв; - опасности осолонцевания почв; - токсичности отдельных ионов. Для характеристики качества поливной воды определяются: - общее содержание солей; - количественные показатели анионов; - количественные показатели катионов; - различные соотношения ионов; - наличие соды; - токсичные и нетоксичные соли.

Химизм засоления воды устанавливается по соотношению ионов среди анионов и может дополняться таким же соотношением ионов катионной части [2, 3]. Это особенно важно для выявления содового засоления и прогнозирования возможности осолонцевания почв при орошении и промывках. Доминирующее положение среди катионов натрия и магния при орошении или промывках приводит к осолонцеванию почв. Оценка влияния качества воды на осолонцевание почвы осуществлялась по методике: разработанная И.Н. Антиповым-Каратаевым и Г.М. Кадером; натриевое адсорбционным отношением (SAR); натриевое адсорбционным отношением (SAR\*), учитывающая дополнительный эффект от наличия в почве кальция (США). Оценка влияния магния осуществлялась определением процентного содержания магния от его отношения к сумме катионов кальция и магния. При этом оказывает вредное влияние на почву, если его процентное содержание выше 50%. Отбор проб коллекторно-дренажных вод на химический анализ осуществлялся из основных коллекторов Махтааралского, Шардаринского, Арысь-Туркестанского и Кызылординского массивов орошения. Орошаемые земли Туркестанской области делятся на следующие четыре орошаемых поля: Мирзашуль, Кызылкум, Арыс-Туркестан и Келес. Схемы оросительных и сбросных систем на этих орошаемых полях приведены на рисунке 1.

Результаты исследований показали, что в среднем течении р. Сырдарии наибольшие объемы коллекторно-дренажных вод отводимых за пределы массивов орошения имеют орошаемые земли Голодностепского массива (Махтааральский район Туркестанской области). При этом проектное значение максимального объема дренажного стока не должно превышать 20-30% водоподдачи на поле. Однако, по данным Южно-Казахстанской ГГМЭ, размеры водоотведения в отдельных районах достигают 50% от водоподдачи (таблица 1).



**Рисунок 1** – Схема оросительной и коллекторно-дренажной сети Мирзачульского массива орошения

По данным наблюдений было замечено, что минерализация и химизм дренажных вод существенно отличается от оросительной. Прежде всего, дренажные воды характеризуются более высокой минерализацией, которая в текущем году по данным хим. лаборатории учреждения колеблется от 1,5 до 5 и более г/л. По химизму преобладают дренажные воды сульфатного-хлоридного типа по анионам и натриево-магниевые по катионам.

В маловодные годы, когда ощущается большой дефицит поливной воды, необходимо повторное использование дренажных вод для вегетационных поливов, что позволит сохранить посевы и получать хороший урожай возделываемых культур. Совместное использование поверхностных и дренажных вод возможно на оросительных системах, где минерализация дренажных вод, откачиваемых вертикальным дренажом, не превышает 3 г/л [4]. При уровне минерализации дренажных вод до 2,0 г/л их можно использовать на орошение без разбавления, а при повышенной минерализации до 5,0 г/л – только после смешивания с оросительной водой. При более высоких показателях минерализации дренажные воды целесообразно использовать только на промывку засоленных земель.

**Таблица 1** – Объем дренажно-сбросных вод по районам области

№	Наименование районов	Дренажно-сбросной сток, млн. м <sup>3</sup>					
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019г.	2020г.
1	Қазығұртский	32,33	23,99	21,44	21,02	32,97	24,78
2	Мақтааралський	138,5	146,25	151,65	119,24	107,38	131,04
3	Жетысайский	105,56	93,81	95,35	82,25	101,06	120,3
4	Ордабасинский	31,48	29,32	41,7	37,49	36,38	24,6
5	Отырарский	5,46	14,79	11,1	12,42	11,38	12,3
6	Сарыагашский	75,24	57,79	45,54	41,17	90,75	43,37
7	г.Кентау	38,76	32,06	25	17,07	18,15	16,96
8	Шардаринский	296,94	237,33	268,32	225,37	238,59	250,07
Всего:		724,28	635,35	660,1	556,1	636,66	625,4

В рамках программы мониторинга и оценки орошаемых земель Туркестанской области большое значение имеет эффективная работа коллекторно-дренажных систем на полях. Поэтому организация замеров, достоверных расчетов сбросных вод, данных по

объему воды, сбрасываемой с орошаемых земель, и выходящей с ней соли обеспечивают создание водно-солевого баланса в контролируемой зоне.

Результаты изучения минерализации коллекторно-дренажных вод показывают, что в вегетационный период в Голодностепском массиве изменяется в пределах 0,909...2,919 г/л. Анализ катионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в большинстве коллекторов доминирующее положение занимают  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , в некоторых коллекторах - катионы  $\text{Mg}^{2+}$ . С ростом минерализации коллекторно-дренажных вод, разница в концентрации катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$  резко возрастает. Например, в Жетысайском коллекторе минерализация  $\text{Na}^+$  составляет 2,021 г/л, а  $\text{Mg}^{2+}$  - 0,280 г/л или соответственно – 87,88 и 23,0 мг-экв. Во всех коллекторах катионы  $\text{Ca}^{2+}$  имеют минимальные показатели.

### **Выводы**

Полив сельскохозяйственных культур возвратной водой рекомендуется осуществлять в критические периоды, т.е. при остром дефиците оросительных вод. Применение возвратных вод в такие периоды обеспечивает получение приемлемых урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, постоянное применение минерализованных возвратных вод на орошение сельскохозяйственных культур повышает степень засоления почв, снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому в Махтааральском районе, где грунтовые воды используются на субиригацию и на орошение ежегодно проводится эксплуатационная промывка орошаемых земель.

### **Список литературы**

1. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технология водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз, 2015. – 162 с.
2. Якубов Х.И., Усманов А.У., Броницкий Н.И. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. – Ташкент: САНИИРИ, 2016. – 77 с.
3. Методические рекомендации по оценке качества оросительных и грунтовых вод в бассейне рек Аса-Талас и снижению размеров водоотведения (Одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ (протокол №4 от 11 ноября 2009 года). - Тараз, 2019. - 25 с.
4. Анзельм К.А., Эсанбеков М.Ю. Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях южного Казахстана как резерв повышения водообеспеченности. Научно-информационный журнал // Водное хозяйство Казахстана №1(82), январь-март 2019 г.

### **BASICS OF USING COLLECTOR-DRAINAGE WATER FOR IRRIGATION**

**Duanbekova A.E.<sup>1</sup>, Sultanbekova P.S.<sup>2</sup>, Sarkynov E.<sup>1</sup>, Meshik O.P.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*

<sup>3</sup>*Brest State Technical University, Brest, Belarus*

### **Abstract**

The article explains the basis for the use of collector-drainage water for irrigation. The use of collector-drainage water is possible without causing damage to the environment (soil conditions), subject to a number of requirements, as well as the development of large-scale measures to reduce the runoff of collector-drainage waters through their reuse in places of formation. A brief description of the ameliorative state of irrigated lands is also given.

**Key words:** irrigation suitability, land reclamation, collector and drainage network, irrigated lands.

## КОЛЛЕКТОРЛЫҚ - ДРЕНАЖДЫ СУЛАРДЫ СУҒАРУДА ПАЙДАЛАНУ НЕГІЗДЕРІ

Дуанбекова А.Е.<sup>1</sup>, Султанбекова П.С.<sup>2</sup>, Саркынов Е.<sup>1</sup>, Мешик О.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық агралық зерттеу университеті, Алматы,

<sup>2</sup>М.Ауезов атындағы Оңтүстік қазақстан мемлекеттік университеті,

<sup>3</sup>Брест мемлекеттік техникалық университеті, Брест, Беларусь

### Аңдатпа

Мақалада коллекторлық-дренажды суды суаруға пайдалану негіздері түсіндіріледі. Қоршаған ортаға (топырақ жағдайына) зиян келтірмей, бірқатар талаптарды сақтай отырып, коллекторлық-дренажды суларды пайдалану, сондай-ақ қалыптасу орындарында коллекторлық-дренажды суларды қайта пайдалану арқылы ағынды суларды азайту бойынша ауқымды шараларды әзірлеу. Сонымен қатар суармалы жерлердің мелиоративтік жағдайына қысқаша сипаттама беріледі.

**Кілт сөздер:** суаруға жарамдылығы, мелиорациялық жағдайы, коллекторлық және дренаждық желісі, суармалы жерлер.

УДК 631.674

## СИСТЕМА КОМБИНИРОВАННОГО ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Жарков В.А., Ангольд Е.В., Мамучев Р.А., Жанатов А.К.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», г. Тараз

### Аннотация

Оптимальные условия для развития сельскохозяйственных культур в районах засушливого климата обеспечиваются технологиями и техническими средствами полива, обеспечивающими поддержание оптимальных водного, питательного и микроклиматического режимов в среде развития растений. Приведенные особенности технологии комбинированного полива и разработки конструкций технических средств направлены на улучшение микроклимата за счет дождевания и экономию воды при капельном поливе. При этом дождевание осуществляется в жаркий период вегетации растений, а основным поливом является капельный.

**Ключевые слова:** капельно-дождевальное орошение, технология, особенности.

### Введение

Проведенный анализ показывает, что мировое сельское хозяйство ежегодно расходует более 2,8 тыс. км<sup>3</sup> пресной воды - до 70% ее мирового потребления, или в 7 раз больше, чем мировая промышленность. Почти весь этот объем идет на ирригацию. При этом из года в год растет объем орошаемых площадей, приходящихся на одного человека, а удельное потребление воды на один гектар орошаемых площадей остается практически неизменным [1, 2].

В настоящее время в орошаемом земледелии стран мира находят применение в основном поверхностный способ полива, капельное орошение и дождевание. При этом каждому способу полива присущи свои технологические особенности по выполнению процесса подачи оросительной воды на поливные участки и ее распределения на них.

Прогрессивными способами полива сельскохозяйственных культур являются капельное орошение и дождевание, которые позволяют обеспечить принцип непрерывного водоснабжения растений водой в соответствии с их водопотреблением.



Основное достоинство капельного орошения – создание оптимального водного и питательного режимов непосредственно в корневой системе растений.

При этом такой полив не всегда достаточно эффективен в условиях высоких температур воздуха (более 25-35<sup>0</sup>С), так как известно, что при такой температуре ростовые процессы ряда сельскохозяйственных культур замедляются, а процесс фотосинтеза прекращается, что соответственно сказывается на их урожайности.

Дождевание обеспечивает достаточные условия для развития растений за счет улучшения микроклимата в среде развития растений и их водный режим.

Сочетание капельного полива и дождевания позволяет объединить положительные качества, присущие каждой технологии в отдельности, устранить ряд недостатков, свойственным им при раздельном применении, и использовать технологию капельно-дождевального полива для создания оптимальных условий развития растений.

Создание системы комбинированного капельно-дождевального орошения растений для оценки влияния такого способа орошения на ростовые процессы, водный режим и урожайность сельскохозяйственных культур и изучения вопросов затрат оросительной воды за счет полива растений капельным орошением в основной период вегетации и дополнительного дождевания в период с высокими температурами и низкой влажностью воздуха для улучшения микроклимата и водного режима при являлись основными направлениями в наших исследованиях.

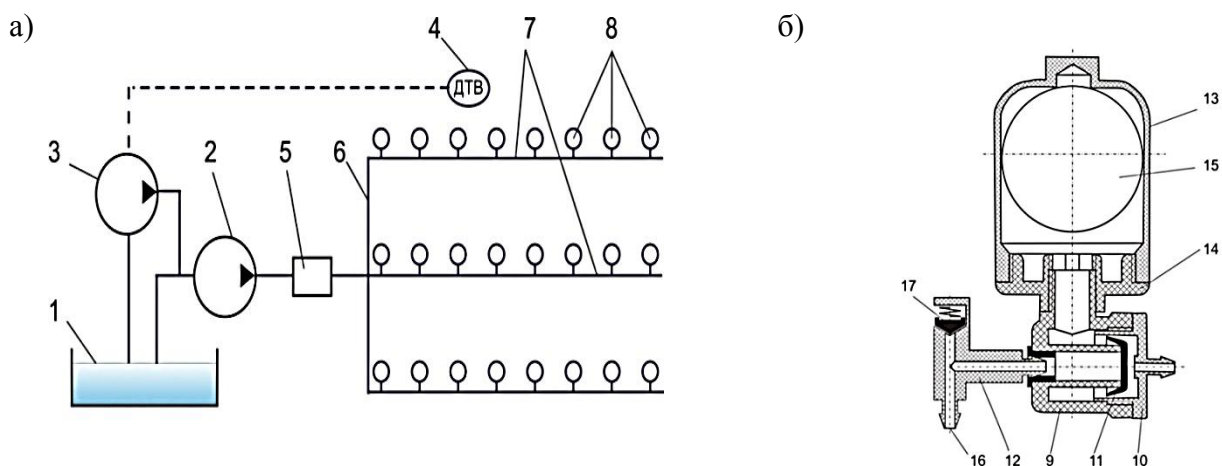
#### **Материалы и методика исследований**

Для изучения технологии капельно-дождевального орошения сельскохозяйственных культур разработана оросительная система и импульсный капельно-дождевальный водовыпуск [3, 4]. Исследования технологии проводились в сравнении с технологией капельного орошения. Опыты закладывались в яблоневом саду, представленном яблонями «Голден Делишес» на низкорослом подвое на опытно-производственном участке Казахского НИИ водного хозяйства (г. Тараз, Казахстан). Изучались показатели микроклимата, водный режим растений, урожайность яблонь и другие показатели по известным методикам [5, 6, 7]. С учетом принятых технологий полива изучались основные факторы, оказывающие влияние на условия роста и развития яблонь. Определялись показатели температур и влажности воздуха, влагосодержание, водоотдача, водопоглощение и интенсивность транспирации листьями яблонь.

#### **Основные результаты исследований НИР**

Технология капельно-дождевального орошения выполняется оросительной системой, имеющей водозаборный узел с напорообразующим устройством, генератор командных импульсов, распределительный трубопровод, поливные трубопроводы с водовыпусками и дополнительное напорообразующее устройство с датчиком температуры воздуха (**рисунок 1 а**).

Водовыпуск, применяемый в оросительной системе имеет выходное отверстие для капельного полива при работе основного напорообразующего устройства и насадку для дождевания, работающую при подключении дополнительного напорообразующего устройства. Для обеспечения фиксированного объема водоподачи к растениям водовыпуск снабжен водонепроницаемым эластичным шаром, при сжатии которого происходит накопление воды в его корпусе (**рисунок 1 б**).



1 – водозаборный узел; 2 – напорообразующее устройство; 3 – дополнительное напорообразующее устройство; 4 – датчик температуры воздуха; 5 - генератор командных импульсов; 6 – распределительный трубопровод; 7 – поливные трубопроводы; 8 – водовыпуски; 9 - корпус; 10 – крышка; 11 – манжета одностороннего действия; 12 – переходник; 13 – гидроаккумулятор; 14 – крышка; 15 – водонепроницаемый эластичный шар; 16 – капельница; 17 – насадка дождевальная подпружиненная.

**Рисунок 1** – Оросительная система капельно-дождевального полива  
(а – схема оросительной системы; б – водовыпуск)

Оросительная система (**рисунок 1 а**) работает следующим образом. При подаче воды от водозаборного узла 1 напорообразующим устройством 2 через генератор командных импульсов 5 происходит заполнение водой распределительного 6, поливных трубопроводов 7 и водовыпусков 8. Заполнение корпуса 13 водовыпуска (**рисунок 1 б**) осуществляется через входное отверстие крышки 10 при перемещении манжеты одностороннего действия 11 в сторону переходника 12. Вода, огибая края манжеты 11, поступает в корпус 13, сжимая водонепроницаемый эластичный шар 15. Происходит заполнение корпуса 13 до заданных параметров при перекрытии выхода воды в атмосферу через переходник 12. Переходник 12 имеет подпружиненную дождевальную насадку 17 и капельницу 16, которая может соединяться с поливной трубкой имеющей ряд дополнительных капельниц.

При заполнении корпуса 13 водовыпуска в сеть трубопроводов подается импульс понижения давления генератором командных импульсов 5. За счет разности давлений в корпусе 13 водовыпуска и в сети трубопроводов манжета 11 перемещается в сторону крышки 10. Вода из корпуса 13 поступает в переходник 12 и далее через капельницу в атмосферу. Осуществляется капельный полив.

При температуре воздуха более  $25^{\circ}\text{C}$  датчик температуры воздуха 4 (**рисунок 1 а**) подключает дополнительное напорообразующее устройство 3 системы орошения. В сеть поливных трубопроводов и водовыпуски подается вода с давлением напорообразующих узлов 2 и 3. В корпусе 13 водовыпуска создается повышенное давление. По завершению наполнения корпуса 13 водовыпуска (**рисунок 2 б**) в сеть трубопроводов поступает импульс пониженного давления. Вода из корпуса 13 водовыпуска при возврате манжеты 11 в исходное положение подается в переходник 12 и далее за счет отжатия пружины дождевальной насадки 17 в атмосферу. Осуществляется дождевание. При дальнейшем снижении давления дождевальная насадка возвращается в исходное положение, а остаток воды через капельницу 16 поступает к растениям. Дальнейший процесс полива аналогичен.

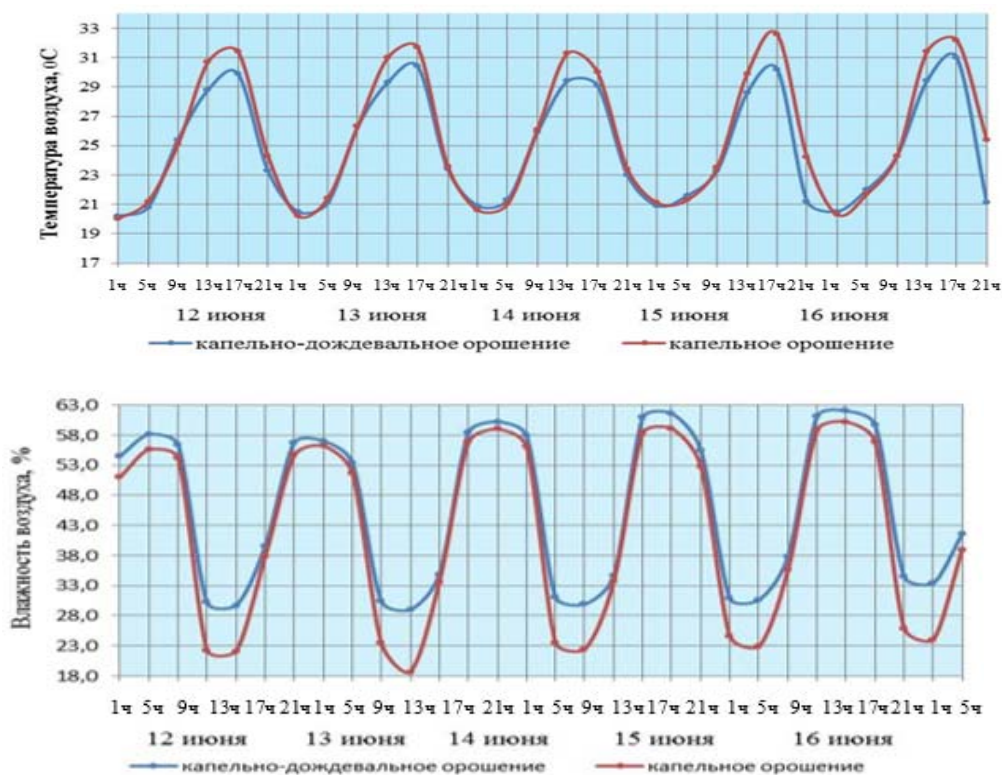
Капельно-дождевальное орошение достигается выдачей растениям ежесуточной поливной нормы в импульсном режиме, обеспечивающем частые поливы с малыми поливными нормами в определенные часы суток. При температуре воздуха до  $25^{\circ}\text{C}$  – 100% поливной нормы расходуются на локальное увлажнение почвы (капельным орошением), а при температуре воздуха выше  $25^{\circ}\text{C}$  – до 10% поливной нормы расходуются на локальное

увлажнение и до 90% на увлажнение дождеванием приземного слоя воздуха и листовой поверхности растений. Полив дождеванием проводился преимущественно в дневные часы с 12.00 до 18.00 часов. Продолжительность рабочего цикла водовыпусков, состоящая из времени накопления расчетного объема воды в гидроаккумуляторах и времени его выброса, изменялась от 10 до 120 секунд. На участке капельного орошения (контроль) полив растений производился капельницами в течение всего их вегетационного периода.

В жаркий период суток проведение дождевания дополнительно к капельному поливу позволяет снизить температуру приземного слоя воздуха и температуру верхних горизонтов почвы, повысить влажность воздуха и создать более благоприятные условия для роста и развития растений.

По данным климатической характеристики в районе исследований в течение вегетационного периода развития растений наблюдаются высокие температуры воздуха (до 43<sup>0</sup>С) при средней относительной влажности воздуха до 30,7-49%. Такие условия приводят к уменьшению урожая растений [8], и проблема улучшения микроклимата здесь является одной из главных [9].

Наблюдения за температурой и влажностью воздуха проводились на площадках, расположенных в контурах увлажнения почвы техническими средствами полива. Суточные изменения температуры и относительной влажности воздуха за наблюдаемые дни показаны на **рисунке 2**.



**Рисунок 2** – Суточные изменения температуры и влажности воздуха за наблюдаемые дни

При капельно-дождевальном орошении в сравнении с капельным поливом разность температур воздуха достигала 2,7<sup>0</sup>С в приземном слое воздуха. Разность между значениями влажности воздуха достигала 13%.

Дополнительное дождевание в напряженный период вегетации яблонь, осуществляемое на участке капельно-дождевального орошения, положительно влияло на водный режим, рост и развитие растений.

Влагосодержание в листьях яблонь при капельно-дождевальном орошении превышало на 5,8 -15% содержание воды в листьях на участке капельного полива (**таблица 1**).

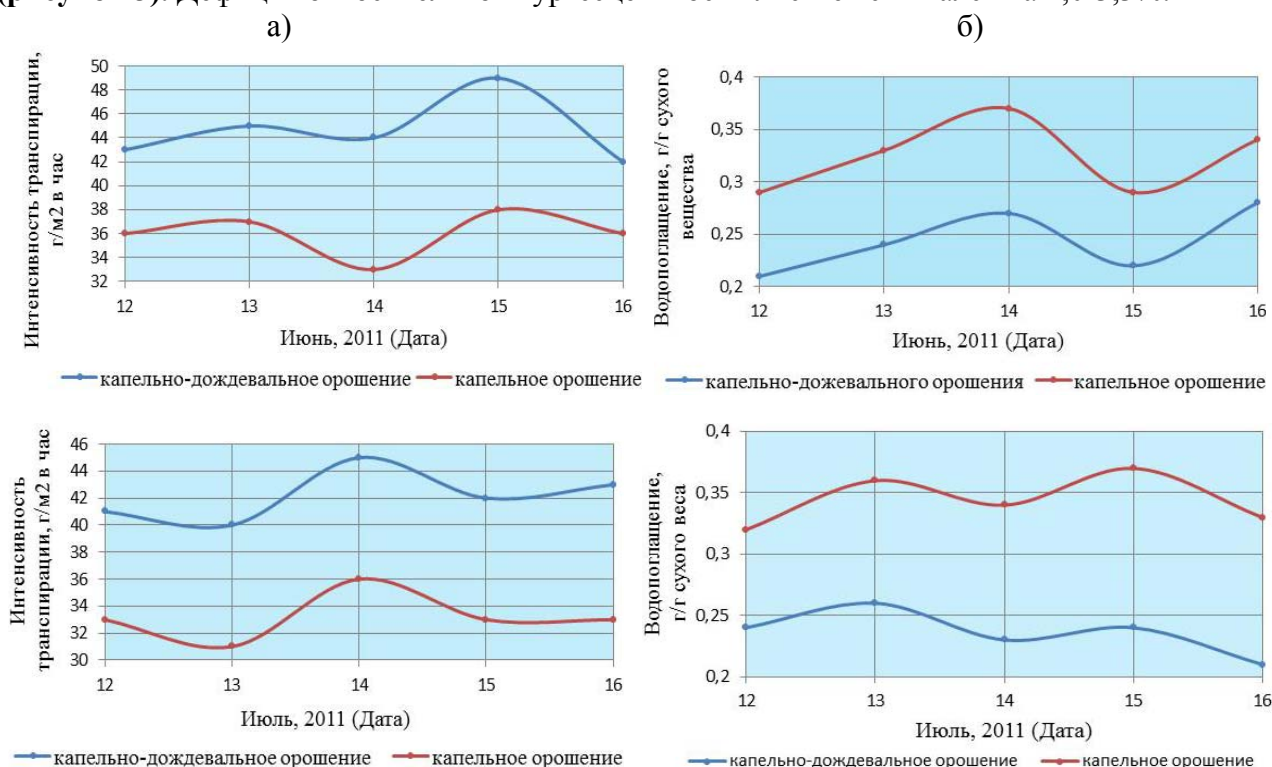
**Таблица 1 - Влагосодержание в листьях яблонь в 13 часов, % от веса**

Вариант опыта	Дата проведения опыта							
	12.06	13.06	14.06	15.06	16.06	12.07	13.07	14.07
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Капельно-дождевальное орошение	69,8	68,3	71,2	68,9	70,0	66,1	75,9	72,1
Капельное орошение	63,3	62,1	63,7	62,2	63,1	60,3	60,9	60,3

Продолжение таблицы 1

Вариант опыта	Дата проведения опыта						
	15.07	16.07	12.08	13.08	14.08	15.08	16.08
1	10	11	12	13	14	15	16
Капельно-дождевальное орошение	71,1	69,1	71,0	73,0	69,0	70,0	77,0
Капельное орошение	62,3	60,5	65,0	66,0	60,0	61,0	67,0

Интенсивность транспирации листьев яблонь в 13 часов при капельно-дождевальном орошении повышалась на 6-12%. Водопоглощающая способность листьями яблонь в 13 часов в условиях дополнительного дождевания снижалась на 0,05-0,13 г/г сухого веса (рисунок 3). Дефицит относительной тургесцентности листьев снижался на 2,0-3,3%.



а) интенсивность транспирации, б) водопоглощающая способность листьями яблонь в 13 часов

**Рисунок 3 – Характер изменения интенсивности транспирации и водопоглощающей способности листьев яблонь при капельно-дождевальном орошении в сравнении с капельным поливом в яблоневом саду на высоте 0,5 м в дневные часы**

Водный режим растений закономерно изменяется в течение дня, следуя за напряженностью погодных условий, и достигает максимума в 13-14 часов.

Улучшенные показатели микроклимата и водного режима растений обеспечили дополнительный прирост однолетних побегов на 9,0-12,8%, окружности штамба яблонь на 9,6-10,8% и высоты деревьев на 6,8-9,8%.

Технология капельно-дождевального орошения за счет дополнительного дождевания в жаркие часы суток позволила стимулировать ростовые процессы яблонь за счет улучшения микроклиматических показателей в среде развития растений и водного режима яблонь и обеспечила повышение урожайности на 5,6-9,9%.

### **Выводы**

Сочетание капельного полива и дождевания объединяет положительные качества, присущие каждой технологии в отдельности. Такая технология позволяет при основном капельном способе полива в вегетационный период развития растений в условиях дефицита воды обеспечить ее экономию, а за счет дождевания при температуре воздуха более 25°C (особенно в районах с высокими температурами) улучшить параметры микро- и фитоклимата.

Технология капельно-дождевального орошения в период с температурами воздуха более 25°C в яблоневоом саду позволила снизить температуру воздуха в среде роста растений на 1,5-2,7°C и повысить его относительную влажность на 5-23%. При капельно-дождевальном орошении влагосодержание листьев повышается на 5,8-15%, водопоглощение листьев снижается на 0,05-0,13 г/г сухого веса, дефицит относительной тургесцентности листьев снижается на 2,0-3,3%, интенсивность транспирации листьями повышается на 6-12%.

Данная технология обеспечивает прирост однолетних побегов яблонь на 9-12,8%, окружности штамба на 9,6-10,8% и высоты деревьев на 6,8-9,8%. За счет улучшения микроклиматических показателей в среде развития яблонь и их водного режима урожайность яблонь повышается на 5,6-9,9%.

### **Список литературы**

1. Annual Report 2017-18 ICID. –New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 2017-2018. –P. 83-87.
2. Annual Report 2018-19 ICID. –New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 2018. – P. 83-87.
3. Оросительная система [Текст]: иннов. пат. 26144 Казахстан МПК А01G25/00 / Жарков В.А., Калашников А.А., Джумабеков А.А., Гричаная Т.С., Ангольд Е.В.; заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства». - №2011/1056.1; заявл. 12.10.11; опубли. 14.09.12, Бюл. №9. – 4 с.: ил.
4. Импульсный капельно-дождевальный водовыпуск [Текст]: иннов. пат. 22850 Казахстан: МПК А01G25/02 / Жарков В.А., Гричаная Т.С., Ангольд Е.В., Калашников А.А., Кандрин Н.И., Сарсекеев С.С.; заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства». - №2008/1246.1; заявл. 14.11.08; опубли. 15.09.10, Бюл. №9. – 4 с.: ил.
5. Павлова Д.П. Практикум по агрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. –184 с.
6. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Александров А.Д., Рассолов Б.К., Чичасов В.Я., Горшков В.В. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур // Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. Международный конгресс по ирригации и дренажу. Вопрос 32. Сборник статей советских специалистов. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1975. – С. 58-78.
9. Баданова К.А. Влияние суховея на растения в условиях оптимального водоснабжения // Водный режим растений и их продуктивность. – М.: Наука, 1968. – С. 256-268.

## COMBINED IRRIGATION SYSTEM FOR CROPS

**Zharkov V.A., Angold Ye.V., Mamuchev R.A., Zhanatov A.K.**

*Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy Limited Liability Company, Taraz city*

### **Abstract**

Optimal conditions for the development of agricultural crops in areas of arid climate are provided by technologies and technical means of irrigation, ensuring the maintenance of optimal water, nutritional and microclimatic regimes in the environment of plant development. The given features of the combined irrigation technology and the development of technical means structures are aimed at improving the microclimate through sprinkling and saving water during drip irrigation. At the same time, sprinkling is carried out during the hot growing season of plants, and the main irrigation is drip.

**Key words:** drip-sprinkler irrigation, technology, special features.

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫН ҚҰРАМДАСТЫРЫП СУАРУ ЖҮЙЕСІ

**Жарков В.А., Ангольд Е.В., Мамучев Р.А., Жанатов А.К.**

*«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Тараз қ.*

### **Аңдатпа**

Климаты құрғақ болатын аудандарында ауыл шаруашылығы дақылдарын дамыту үшін оңтайлы жағдайлары, өсімдіктер дамытын ортада үйлесімді сулық, қоректік және микроклиматтық режимдерінің сақталуын қамтамасыз ететін суарудың технологияларымен және техникалық құралдарымен қамтамасыз етіледі. Құрамдастырып суару технологиясының ерекшеліктері және техникалық құралдары конструкцияларының жасалуы, тамшылатып суару барысында суды үнемдеу және жаңбырлатып суару есебінен микроклиматты жақсартуға бағытталған. Бұл жағдайда өсімдік вегетациясы кезеңінің ең ыстық уақытында жаңбырлату жүзеге асырылады, ал негізгі суару - тамшылатып суару болып табылады.

**Кілт сөздер:** тамшылата-жаңбырлатып суару, технология, ерекшеліктер.

**УДК 626.1/3**

## ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОСЫ РЕКОНСТРУКЦИИ КАНАЛОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ибраев Т.Т., Ли М.А., Бакбергенов Н.Н.**

*Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз*

### **Аннотация**

На основании изучения рабочих проектов, гидравлического расчета, натуральных исследований установлены ошибки проектирования реконструкции земляных каналов Жамбылской области.

**Ключевые слова:** Земляной канал, реконструкция, гидравлический расчет, натурные исследования, рабочий проект.

## **Введение**

По заказу организаций, осуществляющих реконструкцию оросительных каналов, дренажных систем и сооружений в Жамбылской области, Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства проведена проверка правильности проектных решений по земляным каналам. В рамках исследований проведены: анализ материалов рабочих проектов, гидравлический расчет каналов по материалам рабочих проектов, натурные обследования каналов.

## **Методика исследований**

При выполнении работы использовались такие методы исследований, как сравнительный анализ данных, полученных из рабочих проектов, гидравлические расчеты по формулам справочной литературы, натурные исследования каналов: визуальный осмотр с фиксацией фотографированием выявленных недостатков и нарушений, геодезическая съемка отдельных участков каналов.

## **Полученные результаты и их обсуждение**

### *Объекты исследований:*

1. Внутрихозяйственный канал (ВХК) Кошан земляной, протяженностью 8,41 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,68, после реконструкции – 0,8.
2. ВХК Сейдалы, протяженностью 7,49 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,54, после реконструкции – 0,8.
3. Магистральный канал (МК) Аса-Талас, протяженностью 3,688 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,45, после реконструкции – 0,8.
4. Межхозяйственный канал (МХК) Тасшабак, протяженностью 1,5 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,68, после реконструкции – 0,8.
5. ВХК Каржаубай, протяженностью 7,3 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,52, после реконструкции – 0,8.
6. МХК Киши Тоган, протяженностью 2,4 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,51, после реконструкции – 0,8.
7. ВХК Есенгельды-1, протяженностью 3,93 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,55, после реконструкции – 0,8.
8. Внутрихозяйственный канал (ВХК) Есенгельды-2, протяженностью 2,01 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,55, после реконструкции – 0,8.
9. МХК Жанузак, протяженностью 1,87 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,55, после реконструкции – 0,8.
10. ВХК Карымсак, протяженностью 2,2 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,55, после реконструкции – 0,8.
11. МХК Тулек, протяженностью 0,381 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,50, после реконструкции – 0,8.
12. ВХК Карымсак-1, протяженностью 1,44 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,55, после реконструкции – 0,8.
13. МК Бошакай-1, протяженностью 9,5 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,71, после реконструкции – 0,8.
14. ВХК Бошакай-2, протяженностью 7,0 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,71, после реконструкции – 0,8.
15. МХК Бошакай-3, протяженностью 1,4 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,71, после реконструкции – 0,8.
16. МК Старый Аса-Талас, протяженностью 2,2 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,65, после реконструкции – 0,8.
17. МК Тауке, протяженностью 2,46 км в земляном русле, согласно рабочего проекта КПД канала до реконструкции – 0,70, после реконструкции – 0,8.

Рабочими проектами предусмотрена механическая очистка каналов, с последующей укладкой качественной насыпи послойно с трамбовкой через 30 см, 20 см каждые слои. После укладки качественной насыпи вырезка проектного сечения канала.

В рамках гидравлического расчета проведен расчет не размывающей скорости в земляных каналах и выполнено сравнение с проектными параметрами каналов:

Проектная скорость течения в канале превышает допустимую не размывающую скорость при максимальных расходах в следующих каналах: ВХК Кошан земляной, ВХК Каржаубай, МХК Киши-Тоган, МК Бошакай-1, МХК Бошакай-2, МК Тауке. Следовательно, неизбежно размывание дна и прилегающего к нему части откоса канала, а также основания на начальных участках канала, сложенного супесью (еще более легко размываемым грунтом) и гравийно-галечниковым грунтом с песчаным наполнителем.

Проектная скорость течения в канале не превышает допустимую не размывающую скорость  $v_{нр}$  при максимальных расходах в следующих каналах: ВХК Сейдалы, МК Аса-Талас, МХК Тасшабак, ВХК Есенгельды-1, ВХК Есенгельды-2, МХК Жанузак, ВХК Карымсак, МХК Тулек, ВХК Карымсак-1, МХК Бошакай-3, МК Старый Аса-Талас. Следовательно, размыв дна и откоса канала быть не должно.

Согласно выполненным гидравлическим расчетам на рассмотренных каналах в основном выдержано требование не превышения не размывающей скорости потока в канале, и только на отдельных участках возможен интенсивный процесс размыва дна и откосов каналов с резким уменьшением КПД каналов до 0,5, хотя по проектам планировалось его значение поднять до 0,8.

*Результаты натурных обследований каналов:*

1. ВХК «Кошан земляной» - особых проблем нет, большая часть канала построена.
2. ВХК «Сейдалы» - при строительстве водовыпусков котлованы затапливаются грунтовыми водами. ПК0+150 мехочистка канала выполнена, грунтовые воды близко от поверхности, невозможно сделать качественную насыпь согласно проекта. Уложен первый слой грунта, однако уплотнить его не удалось из-за выступающих на поверхность грунтовых вод (**рисунок 1**).



**Рисунок 1** - ВХК «Сейдалы» на поверхность выступают грунтовые воды

С ПК0 по ПК28 по проекту канал проложен по руслу старого канала, который отличается большой извилистостью русла, на некоторых участках отмечается большое количество поворотов на коротком расстоянии, что резко ухудшает гидравлический режим течения воды в канале и может привести к усиленному размыву берегов канала (**рисунок 2**).

С ПК28 по ПК33 мехочистка канала выполнена, частные участки расположенные на левом берегу канала не дают возможности для прохождения строительной техники и возведения качественной насыпи. Вдоль канала растут деревья, высаженные местными жителями, некоторые из деревьев имеют диаметр до 1 м. На правом берегу расположено большое «святое дерево», предмет поклонения местных жителей.





**Рисунок 2 - ВХК «Сейдалы» большая извилистость русла**

С ПК33 по ПК40 частные участки расположены на обоих берегах канала, что делает невозможной даже его мехочистку, кроме того, канал в некоторых местах пересекают линии газопровода в дома жителей, что также затрудняет проведение строительных операций.

С ПК60 канал проходит через фруктовый сад, огороженный со всех сторон и проход на данную территорию запрещен владельцем участка, т.е. проведение строительных операций на данном участке канала невозможно.

Все частные сооружения, деревья и другие посадки растительности, расположенные в полосе отвода земель для данного канала незаконны. Решение вышеуказанных проблем должно быть проведено проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект» совместно с заказчиком – РГП «Казводхоз» Комитет водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК. В противном случае строительство канала на данных участках невыполнимо, на отдельных участках возможно проведение мехочистки каналов, однако возведение качественной насыпи невозможно. Аналогичные недостатки отмечены и на других каналах:

3. МК «Аса-Талас» - выполнена мехочистка канала, качественную насыпь выполнить невозможно, т.к. по каналу постоянно подается вода для питания ГРЭС, уровень грунтовых вод расположен достаточно близко и отмечается поступление грунтовых вод в осушенный канал, проекте не заложены финансовые средства на приобретение грунт в карьерах, только его перевозка, до проведения мехочистки канал был густо покрыт камышовой растительностью и есть высокая вероятность повторного зарастания канала.

4. МХК «Тасшабак» - согласно проекта качественная насыпь подходного участка выполнена из местного грунта, однако при пропуске воды его размыло, поэтому необходима транспортировка другого грунта для возведения качественной насыпи, не предусмотренного проектом, основание канала, сложенное галечниковым грунтом осадочных пород с песчаным заполнителем может привести к усилению фильтрации и последующему размыву дна и откосов канала.

5. ВХК «Каржаубай» - частично выполнена мехочистка канала, качественную насыпь возвести невозможно, т.к. с правого берега канала располагаются частные участки, слева трасса газопровода и частные поля, т.е. доступ строительной техники ограничен, с ПК10 по ПК73 качественную насыпь возвести невозможно, т.к. справа идут столбы ЛЭП, а слева автомобильная дорога, а ПК 40 трасса канала проходит через территорию водонапорной башни водоснабжения поселка и доступ на эту территорию запрещен, после выхода с территории водонапорной башни имеются проблемы с возведением водовыпусков, т.к. канал перекрыт самодельными трубчатыми переездами, отводящие каналы от водовыпусков засыпаны грунтом и мусором, по берегам канала растут многолетние деревья и местные жители не разрешают их корчевку.

6. МХК «Киши Тоган» - частично выполнена мехочистка канала, качественную насыпь возвести невозможно, т.к. с правого берега канала располагаются частные участки и

растут многолетние деревья, на ПК6 +40 на расстоянии 400 м имеется перепад высоты 3,6 м, поэтому предлагается строительство каскада перепадов через 100 м с высотой порога 0,9 м, для гашения динамической энергии потока воды. На ПК10+83 на трубчатом переезде под железнодорожными путями необходимо бетонирование дна, внесение изменений в трубчатом водовыпуске. Автомобильный переезд на ПК 11+17 требует своего возведения заново, т.к. он частично обрушился. Необходимы реконструкции водовыпуска на ПК13+56.

7. ВХК «Есенгельды-1» - построен и сдан в эксплуатацию в апреле 2020 г. За период эксплуатации в 6 месяцев произошли размывы дна и прилегающих к нему откосов практически по всей трассе канала, в конце канала отмечено отложение наносов, началось активное зарастание берегов канала, т.к. гербициды при строительстве не применялись из-за опасения их попадания в произведенную сельхозпродукцию. Для проверки уклона местности проведена геодезическая съемка трассы канала: средний уклон дна канала участка, уклон бермы канала, что примерно соответствует максимальному уклону канала по рабочему проекту. Отмеченные размывы дна и прилегающих к нему откосов трассе каналов свидетельствует о том, что технология вырезки поперечного сечения канала в уложенной качественной насыпи в данном случае неприменима.

8. ВХК «Есенгельды-2» - в голове канала на правом берегу расположен частный участок, огороженный бетонных забором, возведенным вплотную к трассе канала, что делает невозможным возведение водозаборного сооружения. По согласованию с проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект» была проложена новая трасса канала с размещением водозаборного сооружения на ПК1+173, которая, однако, данное решение еще не утверждено заказчиком – РГП «Казводхоз». Поэтому строительство данного участка канала не начато, хотя срок сдачи объекта в феврале 2021 г. После пересечения автомобильной дороги трасса канала попадает на трассу подземного электрокабеля высокого напряжения, поэтому необходимо перенести трассу канала левее от трассы электрокабеля. На выше перечисленных участках канала не соблюдена полоса отвода мелиоративных каналов.

9. МХК «Жанузак». Трасса канала с ПК4 проходит через территорию частного владельца не давшего разрешения на проведение строительных работ, поэтому принято решение о прокладке новой трассы канала в стороне от частного участка с нарезкой поперечного сечения канала в естественном грунте. Данное решение согласовано с проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект», однако, еще не утверждено заказчиком – РГП «Казводхоз», хотя срок сдачи объекта в феврале 2021 г.

10. МХК «Карымсак». На ПК9 канал должен проходить рядом с заводом «Супер-фосфат», к которому подведен газопровод среднего давления с полосой отчуждения 50 м. Однако по проекту трасса канал проходит вплотную с трассой газопровода. В этой связи, канал с выполненной мехочисткой, по распоряжению генерального директора «Казфосфат», на данном участке был засыпан. По согласованию с проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект» была проложена новая трасса канала, расположенная за столбами ЛЭП, которая, однако, данное решение еще не утверждено заказчиком – РГП «Казводхоз».

11. МХК «Тулук» - на всей длине канала владельцем орошаемого участка установлен лотковый канал, поэтому необходимость в реконструкции канала отпала.

12. МХК «Карымсак-1» - особых проблем нет, большая часть канала построена.

13. МК «Бошакай-1» - реконструкция данного канала на настоящее время еще не начата.

14. МК «Бошакай-2» - с ПК50 по ПК68+50 мехочистка канала выполнена, грунтовые воды близко от поверхности и постоянно потупают в канал, невозможно сделать качественную насыпь согласно проекта. Попытка откачки грунтовых вод насосом результатов не дала.

15. МК «Бошакай-3» - ошибка проектирования с ПК10 по ПК14 - отметки канала расположены ниже участков посадки сельхозкультур и не предусмотрены водовыпуски на данные участки. Поэтому принято решение при возведении качественной насыпи уложить дополнительный слой грунта и построить 6 водовыпусков. Данное решение согласовано с

проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект», однако, еще не утверждено заказчиком – РГП «Казводхоз».

16. МК «Старый Аса-Талас» - выполнена мехочистка канала, на начальном участке ПК+30 отмечено поступление воды из-за высокого уровня грунтовых вод, выполняется качественная насыпь, однако грунта не хватает, т.к. рекомендованный проектом карьер дает всего 8 тыс. м<sup>3</sup> грунта, что недостаточно для всего объема работ по каналу.

17. МК «Тауке» - с ПК5 по ПК13 мехочистка канала может быть выполнена, однако частные участки расположенные обеим берегам канала не дают возможности для прохождения строительной техники и возведения качественной насыпи. Вдоль канала растут деревья, высаженные местными жителями, над каналом проходит труба газопровода. При выполнении строительных работ имелись инциденты с местным населением. Перед пересечением автомобильной трассы вплотную у канала расположена автозаправка «Газпромнефть», что делает невозможным возведение на данном участке канала качественной насыпи. После пересечения автомобильной трассы вплотную у каналу расположено частное кафе, летняя площадка которого возведена над трассой канала, что делает невозможным возведение на данном участке канала качественной насыпи. На выше перечисленных участках не соблюдена полоса отвода мелиоративных каналов. Все частные сооружения, деревья и другие посадки растительности, расположенные в полосе отвода земель для данного канала незаконны. В противном случае строительство канала на данных участках невыполнимо, на отдельных участках возможно проведение мехочистки каналов, однако возведение качественной насыпи невозможно. Выше водораспределительного сооружений на каналы «Тауке» и «Тауке-1» возведен мостовой переезд, который совершенно не нужен, т.к. к данному водораспределительному сооружению имеются подъезды как со стороны автомобильной трассы Тараз-Шымкент, так и со стороны объездной трассы вокруг г. Тараз.

Ниже указанных участков канал построен и сдан в эксплуатацию в апреле 2020 г. За период эксплуатации в 6 месяцев произошли размывы дна и прилегающих к нему откосов практически по всей трассе канала. В конце канала отмечено отложение наносов. Началось активное зарастание берегов канала, т.к. гербициды при строительстве не применялись из-за опасения их попадания в произведенную сельхозпродукцию.

Для проверки уклона местности проведена геодезическая съемка трассы канала: МК «Тауке» участок 4: Средний уклон дна канала участка и уклон бермы меньше как максимального уклона канала по рабочему проекту, так и среднего уклона канала. Отмеченные размывы дна и прилегающих к нему откосов трассе каналов свидетельствует о том, что технология вырезки поперечного сечения канала в уложенной качественной насыпи в данном случае неприменима. Все выше перечисленные проблемы говорят о некачественном выполнении, как технико-экономического обоснования проектов, так и рабочих проектов реконструкции каналов, которые дают неверную информацию о возможности проведения строительных операций на каналах.

### **Выводы**

1. Некачественное выполнение как технико-экономического обоснования проектов (ТЭО), так и рабочих проектов (РП) реконструкции каналов, которые дают неверную информацию о возможности проведения строительных операций на каналах, что выявлено в ходе проведения натурных исследований каналов по следующим проблемам:

- На многих участках каналов (ВХК «Сейдалы», ВХК «Каржаубай», МХК «Киши Тоган», ВХК «Есенгельды-2», МХК «Карымсак», МК «Тауке») не соблюдены требования по ширине полоса отвода мелиоративных каналов (СН 474-75 Нормы отвода земель для мелиоративных каналов), определяемые по ширине канала по дну, строительной глубине, заложению откосов, времени использования - в бессрочное пользование и на период строительства.

- Все частные сооружения, деревья и другие посадки растительности, расположенные в полосе отвода земель для данных каналов незаконны. Решение данных проблем должно

быть проведено проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект» совместно с заказчиком – РГП «Казводхоз» Комитет водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК. В противном случае строительство канала на данных участках невыполнимо, хотя на отдельных участках возможно проведение мехочистки каналов, однако возведение качественной насыпи практически невозможно.

- В полосе отвода земель каналов на некоторых участках размещены или пересекаются воздушными и подземными линиями газопроводов, подземными электрокабелями высокого напряжения и другие коммуникациями, не отраженными в рабочих проектах, что делает невозможным проведение строительных операций на некоторых участках каналов.

- На отдельных участках (ВХК «Сейдалы», МК «Аса-Талас», МК «Бошакай-2», ВХК МК «Старый Аса-Талас») отмечается высокий уровень грунтовых вод, делающий невозможным возведение качественной насыпи, согласно рабочих проектов. Попытка откачки грунтовых вод насосом результатов не дала.

- По рабочим проектам каналы прокладываются по руслам старых каналов, находящихся в длительной эксплуатации и отличающихся большой извилистостью русла, на некоторых участках отмечается большое количество поворотов на коротком расстоянии, что резко ухудшает гидравлический режим течения воды в канале и может привести к усиленному размыву берегов каналов.

- На построенных и сданных в эксплуатацию в начале 2020 г. участках каналов произошли размывы дна и прилегающих к нему откосов практически по всей длине каналов, а также отложения наносов на участках с малым уклоном в концевой части каналов. Началось активное зарастание берегов каналов. Выборочная геодезическая съемка каналов ВХК «Есенгельды-1», МК «Тауке», МК «Тауке-1» показала на то, что фактические уклоны каналов примерно равны или меньше проектных (максимальных) уклонов, однако отмечены сильные размывы дна и прилегающего к нему откосов каналов, а также обильное зарастание уже после 6 месяцев эксплуатации каналов.

- По многим вышеуказанным проблемам строительной организацией предлагаются решения, согласованные с проектировщиком – ТОО «Казюжгипроводстройпроект», однако, они еще не утверждены заказчиком – РГП «Казводхоз», хотя срок сдачи объектов наступает в феврале 2021 г. При этом решение некоторых проблем невозможно без изменения технологии строительства указанной в рабочих проектах.

2. Согласно выполненным гидравлическим расчетам на рассмотренных каналах в основном выдержано требование не превышения не размывающей скорости потока в канале, и только на отдельных участках возможен интенсивный процесс размыва дна и откосов каналов с резким уменьшением КПД каналов до 0,5, хотя по проектам планировалось его значение поднять до 0,8.

3. Технология укладки качественной насыпи послойно с трамбовкой каждого слоя толщиной до 30 см и последующей нарезкой трапецеидального профиля канала не применима на объектах, расположенных в горно-предгорной зоны Казахстана, где уклоны поверхности большие и, соответственно, скорости потока также велики, что может привело к интенсивному процессу размыва дна и откосов канала. Кроме того, нарезка трапецеидального профиля канала на насыпи уплотненного грунта нарушает целостность поверхностных слоев утрамбованных слоев грунта и приводит к повышенной их размываемости потоком воды. свидетельствует

4. При проведении строительных работ необходим строгий контроль качества выполнения строительных операций, особенно при укладке качественной насыпи. На некоторых участках вышеуказанных каналов отмечается повышенный уровень грунтовых вод, что не позволяет качественно уложить грунт без проведения мероприятий по понижению уровня грунтовых вод.

5. Проведенные обследования каналов и их гидравлический расчет по данным проектов показал, что причиной всех проблем, возникших в ходе строительства земляных

каналов, а также после нескольких месяцев эксплуатации земляных каналов, являются ошибки проектирования. Изучение рабочих проектов и натурные обследования каналов свидетельствуют о том, что проектирующей организацией не выполнены требования СН РК 1.02-03-2011 - «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительства» в части «Местоположение и изученность объекта», «Геолого-литологическое строение и гидрогеологические условия» и др. Проектирующей организацией не выполнены, не только геодезические и гидрогеологические обследования трассы каналов, но и их элементарный визуальный осмотр.

6. Отмечается неэффективное использование бюджетных финансовых средств, т.к. основная цель реконструкции каналов Жамбылской области, повышение КПД земляных каналов, не достигнута. Через год эксплуатации земляных каналов их техническое состояние резко ухудшилось. Для повышения КПД земляных каналов в Жамбылской области рекомендуется применение технологий по защите дна откосов каналов от размыва посредством их облицовки бетоном, геотекстилем или другими методами.

## PROBLEMATIC ISSUES OF RECONSTRUCTION OF ZHAMBYL REGION CANALS

**Ibrayev T.T., Li M.A., Bakbergenov N.N.**

*Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy, Taraz, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

Based on the study of working projects, hydraulic calculations, and field studies, design errors for the reconstruction of earthen channels in the Zhambyl region were established

**Key words:** Unlined canal, reconstruction, hydraulic calculation, field observations, working project

## ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДА КАНАЛДАРДЫ ҚАЙТА ҚҰРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

**Ибраев Т.Т., Ли М.А., Бақбергенов Н.Н.**

*Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Тараз*

### **Аңдатпа**

Жұмыс жобаларын зерттеу, гидравликалық есептеулер, далалық зерттеулер негізінде Жамбыл облысында жер каналдарын қайта құрудың жобалық қателіктері анықталды.

**Кілт сөздер:** Жер каналы, қайта құру, гидравликалық есептеу, далалық зерттеулер, жұмыс жобасы.

## ВОДА И ЭНЕРГЕТИКА ПОЧВ

Коломиец С.С., Белоброва А.С.

*Институт водных проблем и мелиорации национальной академии аграрных наук. Киев, Украина***Аннотация**

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено возникновение динамики капиллярного потенциала в почвах при взаимодействии с термодинамическими факторами внешней среды. Наличие влаги в поровом пространстве почв обеспечивает энергоэффективность такого взаимодействия и периодически повышает термодинамическую доступность питания растений при неизменной влажности.

**Ключевые слова:** почва, термодинамическая система, синергетика, гетерогенность, диссипация энергии, поровое пространство.

**Введение**

Почва – это высокоорганизованная система, которая обеспечивает воспроизводство своей структурной организации, основных свойств и плодородия путем постоянного обмена с внешней средой веществом, энергией и информацией. Из этой триады наиболее исследован вещественный обмен почв. Энергообмен изучен недостаточно, особенно энергопотребление в почвах внешнего потока энергии солнца. А информационное взаимодействие почв – это своеобразная terra incognita, хотя на информационный характер почвенных процессов ученые обращали внимание еще в прошлом столетии [1].

Через почву циркулируют огромные потоки преимущественно солнечной энергии, часть которых выполняет в почве определенную работу, т.е. превращается в иные виды энергии. Именно диссипация (рассеивание, превращение) внешнего потока энергии в почве является энергоресурсом большинства почвенных процессов и превращений, учитывая, что почва – это форма существования дисперсных систем.

Однако попытки проведения термодинамического анализа функционирования почв, основываясь на положениях классической равновесной термодинамики [2,3,4] не принесли желаемого результата. В лучшем случае исследуется энергоемкость почв, характеризующаяся в основном содержанием и составом органического вещества. Именно поэтому в почвоведении бытует стереотип, что чуть ли не единственным источником энергии в почвах является органическое вещество [5,6]. Однако при этом не учитывается кинетическая составляющая энергобаланса почв, которая на несколько порядков превышает энергоемкость содержащегося в них органического вещества. Для анализа повышения термодинамической доступности питания для растений из почвы необходимо применять термодинамические методы, в частности, инструментарий синергетики, которая занимается термодинамически неравновесными процессами и теорией самоорганизации сложных систем [7]. В силу разнопериодической изменчивости внешних термодинамических параметров среды – температуры, осадков и атмосферного давления, в почвах фиксируется градиентная структура потоков влаги и температуры, что приводит к перманентной и постоянной неравновесности термодинамического состояния (потенциала) в каждой точке почвенной среды. Ключевым для синергетики является понятие активной кинетической среды [8], для которой необходимыми условиями являются: - наличие распределённого в объёме источника энергии и/или вещества богатого энергией; - каждый элементарный объём среды находится в состоянии далеко от термодинамического равновесия; - взаимосвязь соседних элементарных объёмов обеспечивают процессы переноса. Почва полностью соответствует этим

требованиям и поэтому может рассматриваться как активная кинетическая среда, в которой формируются диссипативные структуры, как элементы ее самоорганизации [9].

### **Методика исследований**

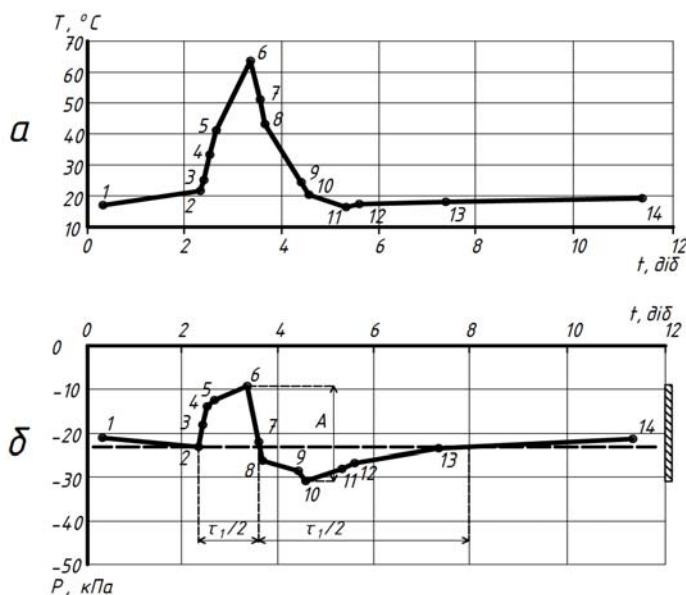
Методической основой исследований является системный **анализ взаимодействия почв с термодинамическими факторами внешней среды, раскрытие** субординационных (внутренних) процессов в почвах, вызываемых таким взаимодействием и оценка результатов такого взаимодействия. Ключевую роль в этом оказывает влага в гетерогенной системе почвы. Экспериментальные исследования основаны на использовании термодинамических гидрофизических методов с использованием тензиометров. Разработана система лабораторных гидрофизических испытаний почв ненарушенной структуры результатом, которой на одном образце получаем зависимости водоудерживающей способности, влагопроводности и большинство водно-физических констант [10]. Особая роль в этих исследованиях отведена использованию явления капиллярного гистерезиса, на основе которого разработан и запатентован «Способ определения структуры порового пространства почв (дисперсных сред)» и получены новые знания о пространственной трехмерной организации почвенной матрицы и ее порового пространства.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

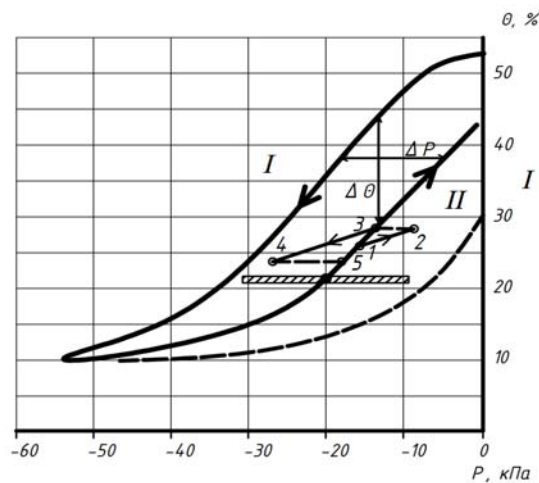
Лабораторным изучением капиллярного гистерезиса на образцах ненарушенной структуры (монолитах) установлено, что распределённым в объёме почв источником термодинамической неравновесности, т.е. источником энергии, выступают пузырьки заземленного в расширениях порового пространства почв воздуха. Отделение их от почвенной атмосферы жидкостными мембранами превращает эти пузырьки в микронасосы под воздействием изменений температуры ( $T$ , C), атмосферного давления ( $P_{\text{атм}}$ ) и влагонасыщенности ( $\theta$ , %). Синергизм изменения газового давления и объёма влаги в порах с заземленным воздухом приводит к возникновению динамики капиллярного потенциала на уровне макропараметра системы почвы. Экспериментально подтверждено, что количество заземленного воздуха в почвах может достигать десятков объёмных процентов. Именно поэтому влага играет ключевую роль во взаимодействии почвы с термодинамическими параметрами внешней среды, обеспечивая её энергонасыщенность поверхностными видами энергии. Для объяснения процесса заземления воздуха разработана физическая модель порового пространства в виде гофрированного эквивалентного капилляра [11], которая обосновывает существование заземленного воздуха в равновесном состоянии. В диапазоне доступной для растений влаги, в почве всегда присутствует заземленный воздух в равновесном состоянии, условием равновесия которого является равенство радиусов кривизны менисков жидкостной мембраны внутри, которая ограничивает заземленный воздух ( $r_{\text{зв}}$ ), и снаружи, на контакте с атмосферой ( $r_{\text{а}}$ ), т.е.  $r_{\text{а}} = r_{\text{зв}}$  характеризует равновесное состояние этого воздуха. Созданная синтетическая модель из  $\mu$ -чечного капилляра Жамена и эквивалентного капилляра А.В. Лыкова [12] учитывает и нерегулярность сечения капилляров и через кривизну этого эквивалентного капилляра сочетание пор всех размеров в новосозданной модели гофрированного эквивалентного капилляра. Если капиллярный потенциал почвы определяется ее гетерогенностью, т.е. общей площадью и кривизной поверхности раздела «жидкость-атмосфера», то при взаимодействии её с изменяющимися внешними термодинамическими параметрами среды к общей площади поверхности раздела «жидкость-почвенная атмосфера», которая названа нами *экстрагетерогенностью*, прибавляется еще площадь внутренней поверхности заземленного воздуха, которая названа *интрагетерогенностью*. Именно интрагетерогенность, являющаяся основной причиной капиллярного гистерезиса, наиболее чувствительна к изменению внешних термодинамических параметров и повышает энергонасыщенность почвы, эквивалентную дополнительной площади внутренней поверхности заземленного воздуха. Результатом такого воздействия фиксируется возрастание капиллярного потенциала и повышение доступности порового раствора для растений.

При противоположной направленности изменения внешних термодинамических параметров, капиллярный потенциал снижается, а соответственно снижается и доступность влаги для растений. Интегральная термодинамическая доступность порового раствора определяется сочетанием направленности изменения внешних параметров, а также скоростью их изменения и именно суточный цикл изменения внешних параметров обеспечивает наивысшие скорости их изменения в почве. При этом следует учитывать, что этот процесс распространяется от поверхности почвы с затуханием скоростей изменчивости с глубиной. Зона активного энергомассообмена в суточном цикле достигает 50-80 см и фактически совпадает с корнеобитаемой зоной сельхозкультур. Можно также утверждать, что наивысшая концентрация корней растений тяготеет к зоне наивысших скоростей изменчивости термодинамических параметров, обеспечивающих повышенную доступность питания.

Экспериментальным исследованием влияния теплового импульса на динамику капиллярного потенциала изолированного образца лёссовидного суглинка постоянной влажности ( $\theta = const$ ) установлено возникновение автоколебательного характера динамики капиллярного потенциала с амплитудой 21,5 кПа. В автоколебательном процессе выделяется полупериод реакции с повышенными значениями потенциала, и полупериод релаксации со сниженными относительно ненарушенного состояния, значениями потенциала (рисунок 1). Следует подчеркнуть, что в течение полупериода реакции влага была доступнее для потребления при неизменном влагосодержании почвы. Автоколебательный эффект динамики капиллярного потенциала может быть объяснён на основе принятой модели гофрированного эквивалентного капилляра, существенным изменением интрагетерогенности под влиянием двух противоположно направленных процессов: 1) лавинообразного закрытия жидкостными мембранами пор все большего радиуса ( $r_a \rightarrow \infty$ ); 2) нарушения равновесия ( $r_a \gg r_{max}$ ) в наименьших порах с интенсификацией растворения и диффузии из них воздуха.



**Рисунок 1** - Динамика перераспределения влаги в поровом пространстве лёссовидного суглинка при постоянном влагонасыщении ( $\theta = const$ ) под действием температуры: хронологический график температуры образца  $T, ^\circ\text{C} = f(t)$  (а); графика капиллярного потенциала влаги в почве  $P_i = f(t)$  (б)



**Рисунок 2** - Диаграмма гистерезиса водоудерживающей способности реальной почвы: I - область бифуркации; II-область толерантности;

▨ - диапазон колебания капиллярного потенциала ( $P, \text{кПа}$ ) почвы под влиянием теплового импульса ( $\theta = const$ );  $\Delta\theta$  – гистерезис по влагосодержанию, %;  $\Delta P$  – гистерезис по капиллярному потенциалу, кПа



Динамику текущего капиллярного потенциала в почве хорошо отображает диаграмма гистерезиса водоудерживающей способности, полученная в особом режиме: насыщением образца в вакуумной камере до полной влагоемкости (ПВ); – проведением максимально быстрой десорбции, обеспечивая практическое отсутствие защемления воздуха в поровом пространстве; – проведением медленной сорбции с установлением равновесного состояния защемленного воздуха в поровом пространстве (**рисунок 2**). При таком алгоритме проведения гидрофизических испытаний величина гистерезиса ( $\Delta\theta$ ) при фиксированном значении капиллярного потенциала ( $P_i$ ) несет информацию, о структуре порового пространства, т.е. характеризует объём защемленного воздуха в группе пор, где выполняется условие  $r_{min} \leq r_a \leq r_{max}$ , где  $r_a$  – радиус кривизны обобщающего мениска на контакте с атмосферой;  $r_{min}$  и  $r_{max}$  – характерные размеры пор. Построенная графически зависимость  $V_{зв} = f(P)$ , названная структурной характеристикой почвы, чувствительна к эпигенетической перестройке структуры порового пространства при воздействии природных и антропогенных факторов.

Величина петли гистерезиса по капиллярному давлению  $\Delta P$  интегрально характеризует соотношение ( $n$ ) характерных размеров пористости, в которых находится защемленный воздух:  $n = \frac{r_{сорб}}{r_{десорб}} \geq 2$ . Превышение значений  $n \geq 2$  характеризует уже структурную макропористость. На рис.2 нанесен диапазон автоколебательного процесса потенциала под воздействием теплового импульса. Оцифрована сканирующая кривая гистерезиса: увлажнение отклоняет текущие значения потенциала  $P_i$  вправо от равновесной кривой (точки 1-2), затем в поровом пространстве восстанавливается равновесие с возвращением значений  $P_i$  на равновесную кривую (от точки 2 до точки 3). При десорбции возникает аналогичная последовательность (от т.3 до т.4), а затем возврат на равновесную кривую (до т.5). Отклонение  $P_i$  вправо от равновесной кривой, вызываемое изменением внешних параметров и их сочетанием, характеризует полупериод реакции с повышенной термодинамической доступностью порового раствора, а отклонение влево- характеризует полупериод релаксации со сниженной доступностью питания. Наличие такой динамики доступности растения научились использовать в собственном продукционном процессе.

### **Выводы**

Взаимодействие почвы с термодинамическими факторами внешней среды превращает ее в микроградиентную диссипативную структуру с периодическим повышением локальной термодинамической доступности для растений порового раствора. Исключительная роль в реализации такого почвенного механизма принадлежит влаге, как «рабочему телу» в термодинамической системе почвы и макропористости, как специфической конструкции этой системы. Энергетическими центрами, распределенными в объёме почвы, выступают макропоры с защемленным воздухом, порождающими при суточной цикличности внешних параметров, целый комплекс локальных термодинамически неравновесных процессов перераспределения вещества с фазовыми переходами, в реализации которых особая роль принадлежит повышенному содержанию в почвенной атмосфере диоксида углерода ( $CO_2$ ). Такие почвенные механизмы реализуют двуединую продуктивную функцию почв повышением доступности питания растений и экологической функции по сохранению и накоплению составляющих минерального питания в структуре почвенной матрицы. Именно гидротехнические мелиорации призваны обеспечивать оптимальную влажность почвы, которая определяет высокую энергоэффективность взаимодействия почвы с внешней средой.

### **Список литературы**

1. Перельман А.И. Биокосные системы Земли [Текст] / А.И. Перельман. – М.: Наука, 1977. – 160 с.
2. Волобуев В.Р. Связь между термодинамическими функциями почв, их микробиологическим составом и фильтрационной способностью [Текст] / В.Р. Волобуев, Д.Г. Пономарев, Ф.Д. Микаилов // Почвоведение, 1980. №3. – С.102-105.

3. Ергина, Е.И. Термодинамические свойства и энергетика гумуса разновозрастных почв Крымского полуострова / Е.И. Ергина // «Живые и биокосные системы», 2013. №3. (<http://www.jbks.ru/archive/issue-3/article-5>).

4. Ергина Е.И. Пространственно-временные особенности термодинамических и энергетических характеристик почвообразования в Крыму и в северном Приазовье [Текст] / Е.И. Ергина, О.С. Безуглова // Материалы IV Всероссийской научной конференции «Динамика современных экосистем в голоцене». М.: Товариство научных изданий КМК, 2016. – С.75-77.

5. Кирейчева Л.В. Восстановление энергетического потенциала деградированных почв земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / Л.В. Кирейчева, Е.А. Лентяева // Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie, 2017. Т.17. З. 3(59). – С. 55-69.

6. Акименко А.С. Основа эффективного использования природных ресурсов в севооборотах [Текст] / А.С. Акименко // Земледелие, 2015. №1. – С.21-22.

7. Пригожин И.Р. Время, структура и флуктуация: Нобелевская лекция по химии 1977 года / И.Р. Пригожин // Успехи физических наук, 1980. т.131. Вып. 2. – С185-207.

8. Дружинин Д.Л. Синергетика и методология системных исследований. Системные исследования. Методологические проблемы [Текст] / Д.Л. Дружинин, В.Г. Ванярхо // Ежегодник. М.: Наука, 1989. – С.283-303.

9. Хакен Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах [Текст] / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 419 с.

10. Ромащенко М.І. Система лабораторного діагностування водно-фізичних властивостей ґрунтів [Текст] / М.І. Ромащенко, С.С. Коломієць, А.С. Білоброва // Меліорація і водне господарство: Міжвід. темат. наук. зб. Київ, 2019. №2. – С.199-208. DOI: 10.31073/mivg201902-193.

11. Коломієць С.С. Екологічна характеристика ґрунту // Вісник аграрної науки. Київ, 1999. №12. С.9-13.

12. Лыков А.В. Теория сушки [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Госенергоиздат, 1950. 416 с.

## WATER AND SOIL ENERGY

**Kolomiets S.S., Bilobrova A.S.**

*Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy  
of Agrarian Sciences, Kiev, Ukraine*

### **Abstract**

Theoretically substantiated and experimentally confirmed the formation of the capillary potential dynamics in soils interacting with thermodynamic factors of the external environment. The presence of moisture in the soil pore space ensures the energy efficiency of such interaction and periodically increases the thermodynamic availability of plant nutrition at a constant moisture content.

**Key words:** soil, thermodynamic system, synergetic, heterogeneity, energy dissipation, pore space.

## СУ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ЭНЕРГЕТИКАСЫ

**Коломиец С.С., Белоброва А.С.**

*Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының су проблемалары және  
мелиорация институты, Киев, Украина*

### **Аңдатпа**

Термодинамикалық экологиялық факторлармен өзара әрекеттесу кезінде топырақтағы капиллярлық потенциал динамикасының пайда болуы теориялық тұрғыдан негізделген және эксперименталды түрде расталған. Топырақтың кеуек кеңістігінде ылғалдың болуы осындай

өзара әрекеттесудің энергия тиімділігін қамтамасыз етеді және тұрақты ылғалдылықпен өсімдіктердің қоректенуінің термодинамикалық қол жетімділігін мезгілімен арттырады.

**Кілт сөздер:** топырақ, термодинамикалық жүйе, синергетика, гетерогенділік, энергияның диссипациясы, кеуек кеңістігі.

**УДК 551.578**

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГОДОВОГО ХОДА ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

**Мешик О.П., Морозова В.А., Борушко М.В.**

*УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь*

### **Аннотация**

В статье представлены результаты исследований характеристик снежного покрова: высоты снега и его плотности, запасов воды в снеге, наблюдавшихся в Беларуси в репрезентативный период 1945–2020 гг. Рассматривается их внутригодовая динамика. Целью данного исследования является оценка пространственно-временной изменчивости характеристик снежного покрова в Беларуси, в том числе анализ внутригодового хода характеристик снежного покрова.

**Ключевые слов:** снежный покров, высота снега, плотность снега, запасы воды в снеге, пространственно-временная изменчивость.

### **Введение**

Систематические наблюдения за снежным покровом в Беларуси начаты в 1891 году (по постоянным рейкам и в 30-х годах XX столетия, дополнительно, по снегомерным съемкам). В результате снегосъемок получают: во-первых – средние значения высоты, плотности и запаса воды в снеге; во-вторых – характеристики распределения снежного покрова на различных формах рельефа и угодьях (в районе действия метеостанции); в-третьих - показатели временной изменчивости снегонакопления и снеготаяния [1]. Пространственно-временное распределение снежного покрова, как правило, отражается на специальных картах, разрабатываемых на материалах многолетних наблюдений [2].

Республика Беларусь обладает весьма выраженными контрастами в распределении и режиме снежного покрова. В последние десятилетия XX столетия зафиксировано глобальное потепление климата, что отразилось на ряде климатических показателей, в том числе и на снежном покрове. В связи с этим, изучению снежного покрова посвящено много исследований [3–5]. Сведения о характеристиках снежного покрова в качестве эмпирической основы необходимы для развития в метеорологической науке своих основных функций: наблюдения, обработки, анализа и прогноза.

Исследование снежного покрова является важным как в теоретическом, так и в практическом аспектах, т.к. снежный покров играет большую роль в природе и экономике Республики Беларусь. Данное исследование обусловлено необходимостью оценки состояния климатических ресурсов, а также практическими потребностями в изучении характеристик снежного покрова для нужд сельского хозяйства, в целях оптимизации работы транспорта и других коммуникаций. Распределение снежного покрова, продолжительность его залегания, условия таяния и количество образующейся весной талой воды определяют итоговый урожай сельскохозяйственных культур.

При прогнозах погоды необходимо учитывать, что снежный покров зимой значительно трансформирует альbedo подстилающей поверхности. Прогнозы снегопадов чрезвычайно важны при обслуживании аэропортов, железнодорожного и автомобильного

транспорта. Информация о снежном покрове необходима для бережного управления водными и земельными ресурсами и защиты их от вредного антропогенного влияния. Лесное хозяйство, деревообрабатывающая промышленность не могут обойтись без знаний о режиме снежного покрова на территории Беларуси. В строительстве при инженерном конструировании необходимо правильно назначать и учитывать снеговые нагрузки на конструкции зданий и сооружений. В последние годы все большую популярность имеет снежный покров в рекреационном значении: деятельность курортов, санаториев, профилакториев, горнолыжных комплексов и др.

Для территории Беларуси, как и многих стран, снежный покров играет большую роль в формировании половодий. Избыточное количество снега при дружном весеннем снеготаянии может приводить к наводнениям, приносящим значительные экономические издержки [6, 7]. Все это делает чрезвычайно важным изучение характеристик снежного покрова и их пространственно-временную изменчивость.

#### **Методика исследований**

В данном исследовании мы используем официальные данные климатического мониторинга, проведенного на 48 метеостанциях Республики Беларусь с 1945 по 2020 год. Они включают в себя:

- высоту снежного покрова, см;
- плотность снега, г/см<sup>3</sup>;
- запасы воды в снеге, мм.

Применяемые нами методы исследования включают: пространственно-временной анализ данных наблюдений, аналитические расчеты, картографирование.

#### **Полученные результаты и их обсуждение**

В работе проанализированы материалы, касающиеся пространственно-временной изменчивости высоты снежного покрова, его плотности и запасов воды в снеге за 75 лет, что делает выборки характеристик репрезентативными.

Продолжительность залегания снежного покрова на территории Беларуси в среднем составляет от 75 дней на юго-западе до 125 – на северо-востоке. В течение холодного периода снежный покров может многократно разрушаться под воздействием оттепелей (особенно, в начале и в конце зимнего периода). Более 50% оттепельных дней имеют положительную среднесуточную температуру, что часто приводит к полному разрушению снежного покрова. Например, в декабре до 10% оттепелей формируется при средней суточной температуре воздуха более 4°C. Устойчивый снежный покров, залегающий более месяца, образуется: на северо-востоке – в первой декаде декабря; на юго-западе – в третьей декаде декабря. Разрушение снежного покрова происходит в марте: на северо-востоке – в последней декаде; на юго-западе – в первой декаде. В течение холодного периода помимо жидких и твердых осадков, в чистом виде, выпадают смешанные осадки, составляющие в среднем 10-15% в год, которые влияют на структуру снеготопливных запасов. Сильные гололедно-изморозевые отложения в Беларуси отнесены к стихийным гидрометеорологическим явлениям (их средняя повторяемость 3-9%).

Важной характеристикой снежного покрова является его плотность. В Беларуси плотность свежеснежавшего снега составляет от 0,08-0,12 на северо-востоке до 0,12-0,17 г/см<sup>3</sup> на юго-западе. С течением времени происходит уплотнение снега в результате оседания, подтаивания. Средняя многолетняя величина плотности снега в конце января составляет 0,23-0,28 г/см<sup>3</sup>, в феврале – 0,25-0,30 г/см<sup>3</sup>, в марте – 0,29-0,36 г/см<sup>3</sup>. В отдельные годы, при быстром таянии, плотность снега может превышать 0,50 г/см<sup>3</sup>. Плотность тающего, пропитанного водой снега, отмечается на уровне 0,80 г/см<sup>3</sup>.

Запасы воды в снеге колеблются по всей Беларуси: от 107 мм в Бресте до 207 мм в Новогрудке. Они значительно отличаются по годам. Минимумы наблюдаются на юге и юго-западе Беларуси. Максимальные значения характерны для центральной и северо-восточной частей Беларуси со стабильным снежным покровом.

Как известно, на запасы воды в снеге влияют высота снежного покрова и его плотность. Причем, эти параметры используются во взаимосвязи. Период с максимальной высотой снежного покрова наступает раньше, а затем, при подтаивании снега (весной и во время оттепелей в холодный период), уменьшается его мощность и увеличивается плотность. Наибольшие запасы воды в снеге наблюдаются при максимальных значениях мощности снежного покрова и его плотности. На территории Беларуси запасы воды в снеге, высота снежного покрова и его плотность достигают своих максимальных значений в конце февраля – начале марта.

В **таблице 1** представлены результаты обобщения данных по снежному покрову за период 1945-46 - 2019-20 гг. и их внутригодовая динамика по метеостанциям областных центров Беларуси.

**Таблица 1** – Внутригодовые изменения характеристик снежного покрова, наблюдавшиеся на метеостанциях в 1945-46 – 2019-20 гг.

Метеостанции	Параметры	Декады																			
		Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель	
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Минск	Высота, см																				
	средняя	0	1	2	3	5	7	9	11	14	16	17	18	18	17	13	6	2	0		
	максимальная	9	15	18	23	25	28	34	34	36	38	37	45	49	53	49	47	25	6		
	Плотность, г/см³																				
	средняя	0.20	0.15	0.19	0.19	0.19	0.22	0.21	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.27	0.30	0.31	0.32	0.32	0.13		
	максимальная	0.20	0.24	0.26	0.28	0.30	0.43	0.31	0.42	0.38	0.38	0.39	0.37	0.45	0.44	0.45	0.38	0.42	0.13		
Запасы воды, мм																					
средние	0	1	3	5	10	15	20	25	34	38	42	48	49	48	38	17	6	0			
максимальные	13	22	34	51	55	64	81	86	95	105	123	147	135	140	141	137	88	8			
Гродно	Высота, см																				
	средняя	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	7	10	9	7	4	1	0	0		
	максимальная	2	19	12	11	21	22	21	21	25	40	40	53	47	38	38	18	24	0		
	Плотность, г/см³																				
	средняя		0.12	0.15	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.21	0.23	0.24	0.23	0.24	0.25	0.29	0.32	0.33			
	максимальная		0.13	0.19	0.23	0.30	0.35	0.33	0.34	0.41	0.43	0.41	0.40	0.34	0.40	0.41	0.41	0.33			
Запасы воды, мм																					
средние	0	1	1	2	5	7	8	11	13	17	17	21	20	16	11	4	1	0			
максимальные	0	21	23	21	46	44	50	54	55	108	112	138	118	99	144	61	79	0			
Могилев	Высота, см																				
	средняя	1	1	2	4	6	7	9	11	13	15	16	18	18	17	12	5	1	0		
	максимальная	21	16	16	16	21	25	34	37	37	44	41	46	47	50	49	43	21	2		
	Плотность, г/см³																				
	средняя	0.15	0.18	0.17	0.17	0.18	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.25	0.24	0.26	0.28	0.31	0.32	0.34			
	максимальная	0.20	0.29	0.25	0.30	0.43	0.35	0.47	0.38	0.46	0.33	0.46	0.40	0.38	0.50	0.51	0.44	0.39			
Запасы воды, мм																					
средние	1	2	3	5	9	13	17	22	28	33	37	43	45	45	33	15	3	0			
максимальные	26	29	34	32	35	58	71	81	104	116	123	144	141	155	168	129	82	0			
Брест	Высота, см																				
	средняя	0	0	1	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7	4	2	1	0	0		
	максимальная	4	3	15	18	17	19	32	27	33	35	31	34	35	32	34	17	13	0		
	Плотность, г/см³																				
	средняя			0.16	0.19	0.20	0.22	0.21	0.21	0.21	0.25	0.21	0.23	0.24	0.27	0.29	0.41	0.41			
	максимальная			0.23	0.29	0.25	0.32	0.34	0.37	0.35	0.49	0.32	0.33	0.41	0.43	0.50	0.56	0.41			
Запасы воды, мм																					
средние	0	0	2	3	5	4	8	10	11	12	12	17	17	11	5	2	1	0			
максимальные	0	0	26	25	42	46	64	53	79	69	83	78	102	92	92	61	53	0			
Гомель	Высота, см																				
	средняя	0	1	2	3	4	6	7	10	11	11	12	13	12	10	6	3	0	0		
	максимальная	8	11	21	16	22	28	37	47	51	50	45	44	45	49	44	38	2	5		
	Плотность, г/см³																				
	средняя	0.17	0.19	0.16	0.19	0.19	0.18	0.21	0.20	0.21	0.23	0.25	0.25	0.26	0.30	0.34	0.33		0.13		
	максимальная	0.17	0.23	0.24	0.35	0.27	0.37	0.41	0.35	0.35	0.38	0.51	0.39	0.40	0.43	0.80	0.45		0.13		
Запасы воды, мм																					
средние	0	1	2	4	7	11	14	19	22	24	28	32	31	28	17	9	0	0			
максимальные	14	24	36	36	51	50	78	113	137	145	144	132	136	126	120	114	0	6			
Витебск	Высота, см																				
	средняя	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	20	18	14	7	3	0		

максимальная	13	26	19	25	24	31	44	35	40	44	48	51	49	53	44	41	38	1
Плотность, $г/см^3$																		
средняя	0.13	0.26	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.20	0.22	0.23	0.23	0.25	0.27	0.30	0.30	0.31		
максимальная	0.13	0.80	0.23	0.26	0.31	0.40	0.80	0.34	0.37	0.40	0.37	0.36	0.39	0.42	0.80	0.44	0.45	
Запасы воды, мм																		
средние	0	1	3	6	10	16	19	28	34	40	44	51	54	53	44	20	3	0
максимальные	19	32	37	62	62	76	92	104	148	164	147	139	155	189	154	139	61	0

Данные **таблицы 1** наиболее ярко демонстрируют пространственную изменчивость характеристик снежного покрова в регионах Беларуси. Фоном выделены максимальные значения исследуемых характеристик.

### Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Продолжительность залегания снежного покрова на территории Беларуси в среднем составляет от 75 дней на юго-западе до 125 – на северо-востоке.
2. Устойчивый снежный покров, залегающий более месяца, образуется: на северо-востоке – в первой декаде декабря; на юго-западе – в третьей декаде декабря.
3. Разрушение снежного покрова происходит в марте: на северо-востоке – в последней декаде; на юго-западе – в первой декаде.
4. Максимальные значения характеристик снежного покрова (запасы воды в снеге, высота снега, плотность снега) характерны для центральной и северо-восточной частей Беларуси со стабильным снежным покровом. Минимальные значения наблюдаются на юге и юго-западе Беларуси.
5. Запасы воды в снеге, высота снежного покрова и его плотность достигают своих максимальных значений в конце февраля – начале марта.
6. Существует четкая корреляция между запасами воды в снеге и высотой снега. Существуют определенные взаимосвязи между запасами воды в снеге и плотностью, а также высотой снега и плотностью.
7. Статистически достоверными являются связи высоты снега, запасов воды в снеге и высоты местности, где находится метеостанция. На возвышенностях выпадает намного больше снега.
8. Запасы воды в снеге колеблются по всей Беларуси: от 107 мм в Бресте до 207 мм в Новогрудке. Средняя величина максимальных запасов воды в снеге на территории Беларуси составляет 152 мм при коэффициенте вариации, равном 0,14.

### Список литературы

1. Валуев, В.Е. Изученность и статистические оценки снегозапасов / Валуев В.Е., Мешик О.П. // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – №2(80): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 8–11.
2. Meshyk A. Mapping the Characteristics of Snow Cover in Belarus / A.Meshyk, V.Marozava, M.Barushka // 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020) / E3S Web Conf. Volume 212, 2020. – Brest, Belarus, October 29–30, 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201013>.
3. Молдахметов, М.М. Пространственно-временная изменчивость максимальной высоты снежного покрова на территории Северного и Центрального Казахстана / М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова // Гидрометеорология и экология. 2015, №3. С. 28–37.
4. Ефремов, Ю.В. Снежный покров на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ) / Ю.В. Ефремов, А.В. Зимницкий // Лёд и Снег. – 2017. – №57(3). С. 365–372. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2017-3-365-372>.
5. Максютлова, Е.В. Режим снежного покрова Предбайкалья в изменяющемся климате / Е.В. Максютлова // Лёд и Снег. – 2017. – №57(2). С. 221–230. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2017-2-221-230>.

6. Meshyk, A., Barushka, M., Marozava, V. (2020) Snow as a Contributor to Spring Flooding in Belarus. *Environmental Science and Pollution Research*. 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09638-8>.

7. Мешик, О.П. Роль снежного покрова в формировании весеннего половодья на реках Беларуси / О.П. Мешик, В.А. Морозова, М.В. Борушко // Мелиорация. – 2020. – №4(94). – С. 35–40.

## PECULIARITIES OF INTRA-ANNUAL COURSE OF SNOW COVER CHARACTERISTICS IN BELARUS

**Meshyk A., Marozava V., Barushka M.**

*Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus*

### **Abstract**

The article presents the results of studies of such characteristics of snow cover as snow depth, snow density, snow water equivalent, observed in Belarus within the representative period of 1945–2020. Their intra-annual dynamics is analyzed in the paper. The purpose of this study is to assess space-time variability of the characteristics of snow cover in Belarus. The work analyzes intra-annual variation of the characteristics of snow cover.

**Key words:** snow cover, snow height, snow density, snow water equivalent, space-time variability.

**УДК 621.311:631.234:635**

## ЖЫЛЫЖАЙ ОРЫНДАРЫНДА КӨКӨНІС ӨСІРУДЕГІ СУ ҮНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

**Мирамбекұлы Е., Мирамбекқызы Ж., Жапаркулова Е.Д., Абаева К.Т.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ.*

### **Аңдатпа**

Мақалада Қазақстанның су тапшылығы мен алдағы жылдарға болжам жасалынған. Қызылорда қаласында орналасқан жылыжай орындарында суды үнемдеу технологияларын енгізе отырып, су шығындарын басқада суармалау түрлерімен салыстыра зерттеулер жүргізілген. Жүргізілген зерттеулер негізінде жылыжай орындарында тамшылатып суарудың тиімділігі екені анықталды.

**Кілт сөздер:** Жылыжай, тамшылатып суару, қызанақ, қияр, тиімділік, өнімділік.

### **Кіріспе**

Қазақстанның аса маңызды экологиялық проблемаларының бірі су ресурстарының сарқылуы болып отыр. Тұщы суды тұтыну ауқымын кеңейту, бірінші кезекте суармалы егіншілік үшін табиғи су көздерінің тұздануына және сарқылуына алып келеді. Мамандардың айтуынша, Қазақстан 2040 жылы су тапшылық проблемасына ұшырайды. Осы уақытта су ресурстарын пайдалану деңгейі екі есе азаяды - 23 тен 10 млрд. текше метрге дейін. Қазақстанның су ресурстарын басқару жөніндегі сарапшысы Ерлан Бадашев хабарлаған болатын [1].

Жыл бойы халықты көкөністермен қамтамасыз етудің жалғыз тәсілі – жылыжай орындарында көкөніс өсіру технологиясы. Агроөнеркәсіптік кешеннің негізгі саласы ретінде бұл технология ең тиімді шешім болып табылады. Бұл саланың басты міндеттерінің бірі-

халықты ғылыми дәлелденген талаптарға сай келетін, арзан және сапалы өнімдермен қамтамасыз ету, көкөністерді егу жиілігін шектемеу. Бұл мақсатқа жетудің алғышарттары жылыжайлардың тиімділігін арттыру болып табылады, бұл өндіріс пен тиімділіктің артуына әкеледі.

### **Зерттеу объектілері мен әдістері**

2020-2021 ж аралығында Қызылорда қаласында орналасқан жабық грунтта көкөніс дақылдарын өсіруде су үнемдейтін тамшылап суару жүйесіне зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу мақсаты Қызылорда облысының топырақ климаттық жағдайында қолда бар табиғи техникалық ресурстарды пайдалана отырып ауыз су жетіспеушілігін ескере отырып ресурс-үнемдеуші тамшылап суару жүйесін енгізу.

Осы зерттеулер келесі міндеттерді орындауға бағытталды:

1. Сапалы да мол көкөніс өнімін жабық грунтта аз шығын жұмсап алу.
2. Жылыжайда көкөніс өнімін алуда неғұрлым суды аз жұмсау.

Кіші жоба аясында Қызылорда қаласы «Сабалақ» саяжайында орналасқан жылыжайында зерттеу жұмыстары жүргізілді.

### **Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау**

Жабық топырақта көкөністерді өсіру тиімділігіне бірнеше факторлар әсер етеді. Алайда, зерттеу нәтижелері көкөністер өндірісіндегі қазіргі жағдайда мыналар бар екенін көрсетеді:

1. Жабық грунтта көкөніс өсіруде интенсивті технологияны ендіру;

2. Жабық грунттағы көкөніс шаруашылығында қуат көзін рационалды пайдалану шарттарын жоспарлау;

Қазіргі уақытта жабық жерде көкөніс өсіру технологияларын дамыту толығымен қолданылмайды. Осы жабық топырақтардағы көкөніс өсіру әлеуеті әлі зерттелген жоқ, әсіресе әр аймақтың климаттық жағдайына байланысты қолдануға болатын қарқынды технологияларды дамыту қиындықтары. Негізгі міндеттердің бірі - қарқынды технологияны енгізу және оның тиімділігін бағалау.

Бұл ретте суды беру дозатор-тамшылар (форсункалар) көмегімен жүзеге асырылады. Оның қарапайым нұсқасы - 3-8-миллиметр тесіктері және негізгі құймамен жабылған тығыны бар шланг. Арынды қамтамасыз ету үшін су толтырылған шлангасы түсірілген бақты белгілі бір биіктікке көтереді. Талап етілетін Арынға байланысты ол 1-ден 10 м-ге дейін болуы мүмкін. Су көзі су құбыры немесе бөшке болуы міндетті емес. Оларға ұңғыма, құдық немесе су айдыны қызмет ете алады. Бұл үшін жүйеге сорғыны қосу қажет. Дегенмен, жылыжайды немесе бақшаны суару үшін суару алдында суды күн сәулесіне қыздырған жөн. Ол үшін қолайлы өлшемдегі ыдыстар (бөшекелер) қолданылады. Оны белгілі бір биіктікке көтерген кезде су жүйеге өздігінен ағатын болады (**1-сурет**).



**1-сурет.** Тамшылатып суару әдісі



Жылыжай орындарында көкөністерді өсіру жылдамдығын талдау ең тиімді бағыт тамшылатып суару жүйесі екенін көрсетті. Бұл жүйе суды үнемдеуге және оны тек өсімдіктің тамырына жеткізуге мүмкіндік берді. Ресурстарды үнемдейтін бұл жүйе аймақтың экологиялық жағдайын сақтап қана қоймай, қиярдың генетикалық әлеуетін арттыруға болатындығын көрсетті. Тамшылап суарудың ерекшелігі суару кезінде суды әлдеқайда үнемдеді. Бұл әдіс өсімдікті сумен, минералды заттармен үздіксіз қамтамасыз етеді. Өсімдіктің тамыр жүйесі үнемі әсіресе суға мұқтаж вегетациялық кезеңінде барынша ылғалды болып отырды. Дақылда тым ылғал немесе құрғақшылыққа дейін жеткізбей өсірілді [1].

Өнеркәсіптік жылыжайларда суару технологиясын жетілдірудің перспективалық бағыттарының бірі тамшылатып суаруды қолдану болып табылады, бұл дәстүрлі суару әдістерінен (шлангты суару, бүрку) бірнеше артықшылықтарға ие. Бұл артықшылықтар, ең алдымен, суды үнемдеуден, сұйық тыңайтқыштармен ұрықтандыру мүмкіндігімен, суару кезінде энергияны үнемдеуден тұрады.

Шағын көлемді субстрат үшін тамшылатып суару жүйесі, әдетте, адамдар, жабдықтар, өсімдіктер мен қоршаған ортаны қамтитын биотехникалық жүйе болып табылады.

Тамшылатып суару қатал климаттық жағдайы және су ресурстары шектеулі елдердегі ауыл шаруашылығында өсімдіктерді суарудың бірден-бір нақты әдісі ретінде дүниеге келді. Өнеркәсіптік масштабтағы суарудың бұл түрі Израильде бірінші болып қолданылды.

Тамшылап суару дегеніміз – бұл тек қана уақытында толық мөлшерде өсімдікке су жеткізу емес бұл сумен өсімдікті дұрыс қамтамасыз ету. Алайда бұл жүйені біздің аймақтың табиғи климаттық жағдайын ескере отырып енгізу жолдарын ғылыми зерттеу жұмыстары қолға алынбауда. Облысымыздың су тапшылығына орай бұл жүйе өте тиімді. Дақылдың биологиялық ерекшеліктерін ескере отырып экспериментальды зерттеулер жүргізу жұмыстары көптеп жүргізіліп жатыр [2].

Тамшылап суару жүйесі өсімдікке қоректік заттарын тиімді жеткізе отырып оның өсуі мен дамуына оң әсерін тигізді. Нәтижесінде мол және сапалы өнім алынды. Зерттеу жұмыстары Жылыжайда өсірілген қиярға кеткен су шығындарын үнемді пайдалануға қол жеткіздік (1-кесте).

**1-кесте. Қиярды суару нормасы, л/м<sup>2</sup>**

Ай	Дәстүрлі суару	Тамшылап суару
Күзгі-қысқы айналым		
Қыркүйек	300	37
Қазан	720	74
Қараша	960	93
Желтоқсан	960	93
Барлығы :	2940	297
Қысқы – көктемгі айналым		
Ақпан	690	55
Наурыз	1440	110
Сәуір	2760	165
Мамыр	4660	220
Маусым	5100	220
Барлығы :	14650	770

Тамшылатып суару кезінде қияр өсіру күзгі-қысқы циклде суды 10 есе, қысқы-көктемгі циклде 19 есе үнемдеді.

Зерттеу нәтижелері тамшылатып суарудың тиімділігін дәлелдеді. Ол уақытында өсімдіктердің қажетті мөлшеріне жетті. Сондықтан өсімдікте нитраттар жиналмады. Талдау нәтижелері бойынша өсімдіктегі нитраттардың саны 100 мг / кг-нан аспады.

Экономикалық тиімділігі бұл жүйені енгізгенде жоғары сапалы мол өнімді аз шығын жұмсап алуға болатындығын көрсетті (2-кесте).

**2-кесте.** Жылыжайда қиярды өсіруге кеткен шығындар, 1м<sup>2</sup>

№	Шығындар атауы	Күзгі-қысқы айналым		Қысқы – көктемгі айналым	
		тамшылап суару	дәстүрлі суару	тамшылап суару	дәстүрлі суару
1	Амортизациялық шығындар	1221,22	1222,22	1444,47	1444,47
2	Еңбек ақы	45,00	45,00	45,00	45,00
3	Жылу	228,82	228,82	228,82	228,82
4	Жарық	168,52	168,52	168,52	168,52
5	Су	11,68	115,79	30,30	577,41
6	Тыңайтқыштар	19,88	58,84	51,12	151,31
7	Өсімдікті қорғайтын заттар	-	35,00	-	35,00
8	Тұқымдар	33,00	33,00	33,00	33,00
9	Шығын құралдары	141,41	113,3	141,41	113,13
10	Грунтты дайындауға кеткен шығындар	-	157,42	-	157,42
	Барлығы	1870,53	2177,91	2142,67	2954,08

**3-кесте.** Жылыжайда қияр өсірудің экономикалық тиімділігі

№	Көрсеткіш				
1	Өзіндік құны, тенге/м <sup>2</sup>	1871,57	2277,92	2152,87	2964,09
2	Өнімділік, кг/м <sup>2</sup>	8,8	6,4	16,8	12,7
3	Орташа бағасы, тенге/кг	284,9	294,7	294,7	294,7
4	Өнім бағасы, тенге/м <sup>2</sup>	2622,83	1915,55	4921,5	3448,00
5	Табыс, мың тенге	752,3	-262,36	2778,83	493,92
6	Рентабель деңгейі, %	40,2	-	129,7	16,7

Біз жылыжайларда қияр өсірудің шағын тиімді суару технологиясын енгізу кезінде келесі нәтижелерге қол жеткіздік(Кесте - 3):

- Күзгі - қысқы кезеңде қиярдың өнімділігі 37% - ға, көктемде-43% - ға артты;
- өсіру кезінде өнімнің өзіндік құны 14-27% - ға төмендеді;
- қосымша табыс алынды;
- экономиканың табыстылығы артып келеді.

#### **Қорытынды**

Өнеркәсіптік жылыжайларда суару технологиясын жетілдіру ең перспективалық тәсілдерінің бірі - тамшылатып суару болып табылады, дәстүрлі әдістермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар (шлангпен суару, жаңбырлатып суару). Бұл артықшылықтар, ең алдымен, суару үшін су, энергия шығындарын үнемдеу, сұйық тыңайтқыштармен қоректендіру мүмкіндігі бар.

Дәстүрлі суару технологиясымен салыстырғанда сапалы тамшылатып суару технологиясымен өнімнің шығымын, пайдасын, рентабельділік деңгейін жоғарылатып, өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік берді, соның нәтижесінде жабық топырақта көкөніс өнімін өндірудің экономикалық тиімділігін жоғарылатады.

## Список литературы

1. Жоламанов А.Ж. Қазақстанның жылыжай нарығының қысқаша талдауы // «Қазақстанның жылыжайлар қауымдастығы», 2008. –№11. – С. 1-2.
2. Қазақстан Республикасының әртүрлі аймақтарында жылыжай кешендерін құру бойынша жобалардың техникалық-экономикалық негіздемесі. – Астана, 2009. URL: chrome extension://oemmnndcbldboiebfnladdacbdmfmadadadm/http://www.kaf.kz/products\_company/urozhay\_2012 / teplicy \_issled.pdf (өтініш күні 02.09.2014).
3. Артамонова Л.П. Повышение экономической эффективности производства тепличных овощей. Автореферат диссертации кандидата экономических наук Ижевск, 2008, с. 3.4.
4. Луценко N.Ye. Перспективы выращивания томатов в теплицах с использованием малообъемной технологии гидропоники. Краснодар: КубГАУ, 2002, с. Жоламанов А.Ж. Қазақстанның жылыжай нарығының қысқаша талдауы // «Қазақстанның жылыжайлар қауымдастығы». – 2008. –№11. – С. 1-2.

### ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВЫРАЩИВАНИИ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

**Мирамбекұлы Е., Мирамбекқызы Ж.,  
Жапаркулова Е.Д., Абаева К.Т.**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,  
г. Алматы, Казахстан*

#### **Аннотация**

В статье рассматривается дефицит воды Казахстана и прогноз на ближайшие годы. На тепличных площадках, расположенных в г. Кызылорде, проведены исследования по сопоставлению затрат воды с другими видами орошения с внедрением водосберегающих технологий. На основании проведенных исследований установлено, что эффективность капельного орошения в тепличных помещениях.

**Ключевые слова:** теплица, капельное орошение, огурец, помидор, эффективность, продуктивность.

### WATER-SAVING TECHNOLOGIES IN THE CULTIVATION OF VEGETABLES IN GREENHOUSES SPACES

**Mirambekuly Ye., Mirambekkyzy Zh.,  
Zhaparkulova E.D., Abaeva K.T.**

*Kazakh National Agrarian Research University, s. Almaty, Kazakhstan*

#### **Abstract**

The article discusses the water shortage in Kazakhstan and the forecast for the coming years. At the greenhouse sites located in Kyzylorda, studies were conducted to compare water costs with other types of irrigation with the introduction of water-saving technologies. Based on the conducted studies, it was found that the efficiency of drip irrigation in greenhouse premises.

**Key words:** Greenhouses, drip irrigation, cucumber, tomato, efficiency.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

**Мустафаев М.Г., Мустафаев Ф.М.**

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан*

### **Аннотация**

В статье всесторонне изложена информации о разных засоленных почвах орошаемых земель Азербайджана и о причинах ее возникновения. Во время исследования, также были изучены изменения водно-физических свойств, дренажные земли, уровень грунтовых вод, минерализованность, засоленность почв этой территории. Исследования показывают, что на данной территории в местах неудовлетворительного состояния коллекторно-дренажной и оросительных сетей выявлено повышенный уровень грунтовых вод, их минерализация и количество солей в почве. На основании проведенных исследований были предложены агромелио-ративные мероприятия по улучшению мелиоративного состояния земель Азербайджана.

**Ключевые слова:** степень засоления, засоление почвы, почвы солонцеватые, грунтовая вода, дренажные воды.

### **Введение**

Проведенные в последнее годы реформы во всех областях сельского хозяйства привели к изменению существующих производственных отношений в аграрном секторе и в результате повышения плодородия почв создались условия для увеличения продуктивности и изобилия продукции. В настоящее время несмотря на преобладание используемых в сельском хозяйстве плодородных почв, также широко распространены засоленные, солонцеватые, заболоченные, техногенно загрязненные и эродированные почвы. В Азербайджане основным фактором, ограничивающим развитие орошаемого земледелия, является засоление и солонцеватость почв. Это отрицательное явление широко распространено во всех районах республики, в том числе и в Кура-Араксинской низменности. Засоление почвы - это избыточное накопление в почве легкорастворимых солей, которые: подавляют активность почвенных организмов, ухудшают газовый, водный и питательный режим растений, губят или угнетают растения, (замедляют их рост и развитие), снижают урожай и его качество снижают плодородие почвы.

Кура-Араксинская низменность является ценнейшим сельскохозяйственным объектом нашей республики. Благоприятные природные условия и наличие оросительной воды создают возможность развития здесь орошаемого земледелия [1,2].

Основным неблагоприятным явлением, задерживающим развитие сельского хозяйства, является широкое распространение засоленных почв и близкое залегание к поверхности земли высокоминерализованных грунтовых вод. С самого начала использования земель Кура-Араксинской низменности под сельскохозяйственные культуры возникла необходимость проведения здесь больших ирригационно-мелиоративных работ.

### **Объекты и методы исследований**

Исследования проводилась на орошаемых землях Кура-Араксинской низменности Азербайджана. Площадь составляет 2,24 мил. га, уклон рельефа с юга-запада на север – востока и к Каспийской Мори и изменяется в пределах от 0,0008 до 0,001. Почво-образующие породы представлены морскими отложениями рек Куры и Араза.

Водная вытяжка почв, проб грунтовых и дренажных вод определялись по общепринятой методике Аринушкиной Е.В. [3]: ионы  $\text{CO}_3$  и  $\text{HCO}_3$  титрованием серной кислотой;  $\text{Cl}^-$  аргентометрическим методом Мора; сумма ионов  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$  -

трилонометрическим;  $\text{SO}_4$  –объемным и  $\text{Na} + \text{K}$ -разности суммы катионов и анионов. Объемный вес почвы определялся по методу К.А.Качинского [4]; удельный вес–по методу С.И. Долгова; гранулометрический состав-методу пипетки с обработкой 1,0  $\text{NaCl}$ ; гумус - по методу И.В. Тюрина; рН-потенциометрическим. Состав поглощенных оснований определялся извлечением из почвы поглощенных  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$  по методу Д.И. Иванова; обемный натрий - по К.К. Гедройцу.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Причинам засоленности орошаемых почв являются: вовлечение в сельско-хозяйственное освоение природно-засоленных земель; возрастание минерализации оросительной воды за счет сбросов коллекторно-дренажных стоков в источники орошения; застой грунтовых вод за счет выхода из строя дренажных и водоотводящих систем; недостаток нисходящих фильтрационных токов воды при орошении и промывке, то есть нехватка промывного эффекта при ограниченных водных ресурсах или плохом отношении к земле; возникновение вторично засоленных земель за счет подъема минерализованных грунтовых вод при интенсивном орошении отдельных массивов, с большими потерями воды на глубинную фильтрацию. По происхождению условно различают два вида засоления почв: природное (первичное), зависящее от природных факторов, и вторичное (антропогенное), вызванное, главным образом, неумелым освоением и орошением земель.

При природном (первичном) засолении, наиболее распространенными солями являются: в пустынях-  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  (засоление земель широко распространено); в полупустынях-  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  (засоление земель встречается часто); в степях  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$  (засоление земель встречается редко). По данным многолетних исследований выявлено, что для нормального и продуктивного возделывания с/х культур, необходимо строгое установление норм и сроков орошения, устранения засоления и дренажных стоков на некоторых участках, поддержание уровня и минерализации грунтовых вод, а также правильной работы оросительной техники. В связи с этим на территории изучаемого региона необходимо комплексное изучение таких показателей, как общая испаряемость, водно-солевого баланса, влажность и солевой состав почв, уровень и минерализация грунтовых вод. Влияние орошения и зон аэрации, как изменение водного баланса, способствует закономерному изменению солевого состава. Определение процессов передвижения соли и воды в почвах является одним из основных направлений в изучении данной проблемы [5, 6].

Для достижения поставленной цели, необходимо изучение баланса выпадаемых осадков, орошения, минерализации поверхностных, дренажных и грунтовых вод и химического состава изучаемых почв. Изучение баланса территории с учетом природных и промышленных условий, должно проводиться отдельно для зон с общей, почвенной и грунтовой аэрацией и грунтовых вод. По этапное исследование водно-солевого баланса, влияние агротехнических, гидротехнических, химических и других мероприятий на продуктивность почв, способствует выявлению роли водного фактора. Как известно, изучение баланса имеет важное практическое значение для проектного обоснования оросительных и дренажных систем. Возможность эффективной оценки очистки почв от солей изучаемой территории осуществляется непосредственно работой дренажных и оросительных системы. Параллельно с водно-солевым балансом нами проведены исследования по изучению ряда вопросов, позволяющих выявить недостатки, снижающие эффективность сельскохозяйственного производства на мелиорируемых почвах.

Эти недостатки могут быть разделены на три группы:

- При проектировании мелиоративных мероприятий,
- при составлении проектов коллекторно-дренажных и оросительных сетей,
- почвенно-мелиоративные и гидрогеологические особенности объекта ализируются не полностью. Во многих случаях значения таких факторов, как модуль дренажного стока, коэффициент фильтрации почвогрунтов и критическая глубина залегания уровня грунтовых вод, являющийся основным при определении междренних расстояний, используются без

уточнений. В результате чего в одних случаях это приводит к потере земли, связанные с загущением междренних расстояний (Мугано-Сальянский массив), в других случаях построенная коллекторно-дренажная сеть не в полной мере отвечает предъявляемым к ним требованиям, то есть не снижает уровня минерализованных грунтовых вод на междреннем пространстве в нужный срок на необходимую глубину (критическую), (в связи с разреженностью междренних расстояний, Ширванская степь), что исключает возможность повторного засоления верхних слоев почвогрунтов.

#### **При строительстве коллекторно-дренажной сети**

Во многих случаях откосы открытых дрен не доводятся до требуемых значений, в связи с этим в первые же дни эксплуатации они разрушаются, заполняют дрены и препятствуют отводу минерализованных дренажных вод.

При строительстве закрытых дрен трубы (отводящие) расставляются на недостаточно спланированной поверхности, имеет место использование дефектных труб, фильтрующийся материалы не сортируются, смотровые колодцы (предназначенные для контроля работы и очистки закрытых дрен) и устьевые сооружения (предназначенные для отвода дренажных вод в открытые дрены) строятся с определенными отклонениями и т.д.

**Планировка поверхности** полей проводится некачественно, количество воды, поданной на промывку почв не измеряется, в большинстве случаев общее количество воды, поданной на промывку почв составляет значительно меньший объем, чем рассчитанная промывная норма. В итоге остаточная засоленность почвогрунтов в отдельных местах поля значительно превышает ее допустимые пределы и образует пятнистое засоление, площадь которого в среднем составляет от 5 до 15-20% от общего.

#### **При эксплуатации мелиоративных объектов**

Севооборот сельхозкультур хозяйствами применяется не повсеместно, недостаточно полно используются прогрессивные способы орошения, поливы проводятся без контроля и не измеряются, во многих хозяйствах имеет место сброс поливных вод в дренаж. Это способствует разрушению дрен, увеличивает их расход, затрудняет работу перекачивающих станций и пр. Засевание полей другими культурами (кукуруза, рапс, соя и др.) после уборки зерновых не практикуется, хотя климатические условия способствует этому. Рост общей культуры земледелия низкий. Ликвидация вышеуказанных недостатков позволит в значительной мере повысить сельско-хозяйственное производство на мелиорируемых землях.

Результаты многолетних исследований и прогнозные расчеты, проводимые с применением математических методов показывают, что для коренного улучшения мелиоративного состояния дренированных земель необходимо осуществление следующих мероприятий:

-произвести планировку поверхности полей, где микроповышения и микропонижения отдельных участков относительно общей поверхности массива составляли не более, чем 5 см;

-произвести работы по глубокому рыхлению почв там, где почвы уплотнены или имеют тяжелоглинистый механический состав;

-применять севообороты сельскохозяйственных культур; после уборки зерновых засевать поля другими сельхозкультурами, имеющими короткий вегетационный период (кукуруза для силоса, горох, рапс, сорго и др.) и не допускать их использования на несколько лет подряд под зерновые.

Кроме вышеуказанного, большое внимание должно уделяться режиму орошения сельхозкультур в зависимости от засоленности почв:

- В почвогрунтах, содержащих солей выше чем 0,6% по плотному остатку необходимо проведение промывки нормами, соответствующими типу, степени засоления и водно-физическим свойствам почв;

- в почвогрунтах, содержащих солей в пределах 0,4-0,6% по плотному остатку необходимо проведение влагозарядковых поливов с большими нормами (2000-3000 м<sup>3</sup>/га) и вегетационных поливов 20%-м промывным режимом. Если будет наблюдаться дефицит воды,

тогда после 15 июля та дополнительная часть оросительной воды, которая создает промывной режим на поле не подается;

- в почвогрунтах, содержащих солей в пределах 0,25-0,40% по плотному остатку необходимо проведение влагозарядковых поливов с небольшими нормами -1500-2000 м<sup>3</sup>/га и вегетационных поливов 10% с промывным режимом до 15-20 июля. Затем продолжаются поливы с обычными нормами (в соответствии к водопотреблению культуры) -800-1000 м<sup>3</sup>/га;

- в почвогрунтах, содержащих солей в пределах 0,20-0,25% по плотному остатку, необходимо проведение влагозарядковых поливов с нормами 1200-1500 м<sup>3</sup>/га и вегетационных поливов с обычными нормами;

- в почвогрунтах, опресненных на большой глубине (солесодержание в 3-5 м глубине меньше, чем 0,5% по плотному остатку) необходимо проведение влагозарядковых поливов малыми нормами (1000-1200 м<sup>3</sup>/га) вегетационных поливов обычными нормами- 800-900 м<sup>3</sup>/га;

- если почвогрунты на большой глубине (3-5 м) сильно опреснены и имеют признаки осолонцевания (в сухом состоянии плохо обрабатываются, после вспашки при бороновании не разрыхляются, при смачивании, набухая, через себя воду не пропускают и др.), тогда таким почвогрунтам необходимо внесение удобрений, содержащих кальций и химвелиорантов с нормами, соответствующими степени осолонцевания. Поля, использующиеся под сельскохозяйственные культуры, ежегодно пахуются на одинаковой глубине (25-30 см). Через определенное время (10-15 лет) при таком режиме использования земель наблюдается уплотнение подпахотного горизонта почв. Это последствие двух причин:

- передвигающиеся в почве оросительные воды транспортируют мелкие частицы и осаждают их в тонких порах нижележащих слоев;

- в течение одного года на пашне сельскохозяйственные машины, имеющие достаточно тяжелый вес, делают в среднем 25-30 ходов, в результате чего происходит постепенное уплотнение подпахотного горизонта почвогрунтов. Мощность уплотнения в зависимости от свойств почв может достигать до 1,0-1,5 м более глубины.

Если в ново освоенных землях объемный вес почвогрунтов составляет 1,2-1,6 г/см<sup>3</sup>, то после уплотнения он достигает 1,5-1,6 г/см<sup>3</sup>. В результате исследования установлено, что на уплотненных почвах урожайность сельскохозяйственных культур снижается до 20-30 и даже 40%. Это может быть объяснено так. Корни культурных растений не могут проникать в уплотненный слой и распространяются в верхнем 25-30 см слое и в короткий срок присваивая имеющиеся там питательные вещества, исчерпывают его запасы. Кроме того, в почвах, где уплотнены подпахотные горизонты, число полезных микроорганизмов уменьшается, а в других горизонтах богатыми микроорганизмами и почвенными беспозвоночными животными (фитогельменты, галонаматы и др.), творящие разные болезни, наоборот увеличивается. Как видно, отрицательных сторон уплотнения подпахотного слоя почв немало. Поэтому необходимо разработать мероприятия, позволяющие предотвратить причины уплотнения почв [7].

Кроме того, в почвах, где уплотнены подпахотные горизонты, число полезных микроорганизмов уменьшается, а в других горизонтах богатыми микроорганизмами и почвенными беспозвоночными животными (фитогельменты, гало-наматы и др.), творящие разные болезни, наоборот увеличивается. Как видно, отрицательных сторон уплотнения подпахотного слоя почв немало. Поэтому необходимо разработать мероприятия, позволяющие предотвратить причины уплотнения почв. Результаты многолетних опытов, проведенных в Узбекистане и КНР показывают, что это отрицательное явление может быть устранено проведенными через определенное время (хотя бы через каждые пять лет) вспашкой почвогрунтов на глубину 60 см и глубоким рыхлением на глубине 1,0 м. В таких местах, где уже осуществлена глубокая вспашка и рыхление, необходимо применение севооборотов.

Здесь основные сельскохозяйственные культуры (хлопчатник, зерновые) в обязательном порядке должны быть на три года заменены люцерной. Поля, занятые люцерной,

дополнительно могут быть использованы под кукурузу (на силос) и другие клубеньковые растения. С целью получения из разрыхленных почв высоких урожаев необходимо двухъярусное внесение (в пахотные и подпахотные горизонты в отдельности) органических и минеральных удобрений. Такая, смешанная культурными растениями система земледелия в течение трех лет создает в почвогрунте мощный высокоплодородный слой, толщина которого достигает 50-60 см и более.

Новообразованный мощный плодородный слой обеспечит не только нормальное развитие очередной основной сельхозкультуры, но и уничтожит семена сорной растительности и вредных микроорганизмов. Данные последних лет подтверждают, что урожайность сельхозкультур, выращиваемых на почвах Ширванской степи значительно ниже по сравнению с другими районами Кура-Араксинской низменности. Установлено, что в практически пресных почвах (незасоленных), где среднее солесодержание почвогрунтов ниже 0,25% по плотному остатку, при поддержании промывного режима орошения происходит растворение и удаление труднорастворимых солей. В связи с этим для практически пресных почв (незасоленных) поддержание промывного режима нецелесообразно.

В таких почвах рекомендуется проведение влагозарядкового полива небольшими нормами 1000-1200 м<sup>3</sup>/га и вегетационные поливы обычными нормами 800- 1000 м<sup>3</sup>/га. Объемный вес верхнего слоя почв здесь достигает 1,45-1,6 г/см<sup>3</sup> и более, а содержание физической глины, то есть частиц с размерами менее 0,01 мм составляет более 80% от общего. Повышение продуктивности этих почв может быть осуществлено с периодически глубоким рыхлением почв [8, 9].

В общем с периодическим глубоким рыхлением и с применением системы земледелия смешанными культурами не только можно повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и можно довести подпахотный горизонт до глубины одного метра и более. Следует отметить, что глубокое рыхление также может ускорить процесс улучшения мелиоративного состояния земель из года в год. Необходимо помнить, что только комплекс мелиоративных (агротехнических, агро-мелиоративных, инженерно-гидротехнических и др.) может обеспечить ирригационное освоение земель с солонцовым почвенным покровом.

В общем с периодическим глубоким рыхлением и с применением системы земледелия смешанными культурами не только можно повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и можно довести подпахотный горизонт до глубины одного метра и более. Следует отметить, что глубокое рыхление также может ускорить процесс улучшения мелиоративного состояния земель из года в год. Необходимо помнить, что только комплекс мелиоративных (агротехнических, агро-мелиоративных, инженерно-гидротехнических и др.) может обеспечить ирригационное освоение земель с солонцовым почвенным покровом [10,11].

Водные ресурсы Азербайджана составляют: 32,5 млрд. м<sup>3</sup> в год, в засушливые годы снижается до 23,16 млрд. м<sup>3</sup>. На долю собственных водных ресурсов приходится 10 млрд. м<sup>3</sup>. Транзитом поступает в среднем 20 млрд. м<sup>3</sup> в год, а в засушливые годы 14,7 млрд. м<sup>3</sup>.

Сведения о степени солонцеватости и засоленности почв: (Пригодные к с/х 1444,9 тыс. га)

**Засоленные:** слабо - 152898 га (27%); средне - 146235 га (25,9%); сильно - 223838 га (39,6%); соленые -42510 га (7,5%).

**Солонцеватые (в тыс. га/%):** слабо - 385037 га(75,8%); средне - 102110 га ( 20,1%); сильно-21123 га ( 4,1%).

**Дренажность территории:** (Дренажные территории 593000 га): Открытый - (310400 га; закрытый - 269400 га; вертикальный - 13200 га.

В **таблице 1** указано некоторые показатели по регионам Кура-Араксинской низменности Азербайджана.



**Таблица 1** - Колебания расходов дренажного стока по регионам  
Кура-Араксинской низменности:

Наименование регионов	Кол-во КДС	Расход, м <sup>3</sup> /с			Дренажный модуль, л/с*1га	
Карабахская	32	0,01-3,05	0,42-5,86	0,32-4,51	0,139	0,194
Мильская	12	0,10-3,71	0,25-5,16	0,13-4,36	0,132	0,162
Северная Мугань	8	0,66-2,13	1,98-7,74	1,26-4,23	0,182	0,272
Южная Мугань	4	0,61-1,29	1,45-3,12	1,03-2,06	0,107	0,148
Сальянская	5	0,28-3,14	1,50-4,23	0,89-3,68	0,296	0,425
Ширванская	29	0,04-2,01	1,50-4,23	0,06-4,38	0,175	0,227
Восточная Ширвань	8	0,31-1,65	0,11-6,94	0,67-3,25	0,218	0,248

Уровень минерализации грунтовых вод на территории (г/л):

Менее 1,0 м -486,6 тыс. га; 1,0 – 3,0 м- 506,0 тыс. га; > 3,0 м- 459,3 тыс. га

Считаем показ нескольких фотоснимков (**рисунок 1**) засоленных почв по республике целесообразным:



Ширванская равнина: солончак↓



Карабахская равнина: солонцевотые почвы↓



Мильская степь: сильнозасоленные почвы↓



Муганьская равнина: засоленные почвы↓



Сальянская равнина: не засоленные почвы↓

**Рисунок 1** - Засоленные почвы по республике

## Выводы

1. Было выявлено, на территории в глубине 0-100 см при количестве солей меньше 0,25%, подача поливной воды должна быть 1500 м<sup>3</sup>/га, а при обычных нормах (учитывая потребность растений) 800-1000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей 0,25-0,50% подача поливной воды в норме должна составлять 1500-2000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей больше 0,50% целесообразно проведение орошения подачи поливной воды нормой 2000-2500 м<sup>3</sup>/га, с 20% промывным режимом.

2. Было выявлено, на территории в глубине 0-100 см при количестве солей меньше 0,25%, подача поливной воды должна быть 1500 м<sup>3</sup>/га, а при обычных нормах (учитывая потребность растений) 800-1000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей 0,25-0,50% подача поливной воды в норме должна составлять 1500-2000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей больше 0,50% целесообразно проведение орошения подачи поливной воды нормой 2000-2500 м<sup>3</sup>/га, с 20% промывным режимом.

3. Было выявлено, на территории в глубине 0-100 см при количестве солей меньше 0,25%, подача поливной воды должна быть 1500 м<sup>3</sup>/га, а при обычных нормах (учитывая потребность растений) 800-1000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей 0,25-0,50% подача поливной воды в норме должна составлять 1500-2000 м<sup>3</sup>/га; при количестве солей больше 0,50% целесообразно проведение орошения подачи поливной воды нормой 2000-2500 м<sup>3</sup>/га, с 20% промывным режимом.

4. Учитывая повышение количества солей в почве на всех участках, рекомендуется использование прогрессивных методов орошения (борозда, капельные, дождевание и др.). Для получения высокого урожая на этих территориях нужно организовать применение в пашнях севооборота, правильное возделывание земель, применение органических, неорганических, макро и микроудобрений в зависимости от правильной степени окультуривания, местных удобрений, использования собранных из речных вод иловых осадков и др.

5. Используя почвы с высокой засоленности (включая средне и сильно засоленные) и минерализацией грунтовых вод под солеустойчивые зерновые сорта, можно улучшить их мелиоративное состояние и получать с этих участков дополнительного урожая на 15-25% больше.

## Список литературы

1. Волобуев В.Р. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку, изд. АН Азерб. ССР, 1965, 246 с.
2. Джебраилова Г.Г. Изучение динамики грунтовых вод и прогнозирование водно-солевого режима почв в зоне обслуживания Виляшчайского водохранилища. Экологическое состояние природной среды. Сборник научных трудов. Вып. 3, г. Рязань, 2008, стр.401-405.
3. Аринушкина Е.В. Руководства по химическому анализу почв—М. Изд. МГУ, 1970, 488 с.
4. Качинский Н.А. Физика почв. М. Изд. «Колос»,1965, с.60-79.
5. Ковда В.А. Водный и солевой баланс местности и орошаемых почв. В кн: Почвы аридной зоны как объект орошения. М., Изд. «Наука», 1968, 532 с.
6. Babaev M.P., Jabrailova G.G., Mustafaev F.M. Study of desalination of irrigated soils in the Mugan steppe under the influence of vegetation irrigation. Russ. Academy of Agricul named after P.A. Kostichev, Coll. Sci.works, issne 9, c. Riazan, 2011, p. 110-117.
7. Mustafayev M.Q. Composition (for a region of Salyan) of the saline map by paying attention to a quantity and a type of the salt in the meliorated soils./Melioration and water economy of XXI century. Science and education. The materials of the inter-national scientific-practical conference devoting to 170- year of Belarus state Academy of Agriculture off Gorki, 2010, p.121-132.
8. Мустафаев М.Г., Джебраилова Г.Г., Мустафаев Ф.М. Оценка глубины опреснения почво-грунтов на мелиорируемых землях Кура-Араксинской низменности. Сб.науч. трудов,

2011 г. «Совр.енерго и ресур.эко.устойчивые техн.-и системы сельскохоз. Производства» РГАТУ, вып. 9, г. Рязань, 2011, стр.141-148.

9. Mustafayev M.G. Criteriya for the evaluation of reclamation status of soils in the Mugan-Salyan massif./Polish Academy of Sciences, Committee for Land Reclamation and Environmental Engineering in Agriculture, Institut of Technologi and Life Sciences. // Journal of water and land development, №24, (I -III ), Poland, 2015, p.21-26;

10. Mustafayev M.G., Mazhaysky Yu.A.,Vinoqradov D.V. Diagnostic Parameters of Irrigated Meadow-Serozemic and Alluvial Meadow Soils of the Mugan-Sal'yany Massif of Azerbaijan. // Russian Agricultural Sciences, Moskva, 2018, Vol.44, No.6, pp.551-558.

11. Mustafayev M.G.: Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity // International Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020, 4(2), 101-108.

## STATE OF SOILS IN THE AZERBAIJAN AND SCIENTIFIC BASES OF THEIR IMPROVEMENT

**Mustafayev M.G., Mustafayev F.M.**

*Institute of Soil Science and Agrochemistry National Academy of Sciences  
of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*

### **Abstract**

The article comprehensively provides information about various saline soils of irrigated lands in Azerbaijan and the reasons for its occurrence. During the study, changes in water-physical properties, drainage lands, groundwater level, mineralization, salinity of soils in this area were also studied. Studies show that in this territory, in places of unsatisfactory state of the collector-drainage and irrigation networks, an increased level of groundwater, their mineralization and the amount of salts in the soil have been revealed. On the basis of the research carried out, agromeliorative measures were proposed to improve the reclamation state of the lands of Azerbaijan.

**Keywords:** Soil salinization, degree of salinization, solonetic soils, ground water, drainage waters.

## АЗЕРБАЙЖАНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЖАҚСАРТУДЫҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕРІ

**Мустафаев М.Г., Мустафаев Ф.М.**

*Институт Почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку,  
Топырақ мелиорациясы зертханасының меңгерушісі, Баку, Азербайджан*

### **Аңдатпа**

Мақалада Әзірбайжандағы суармалы жерлердің әр түрлі сортаң топырағы мен оның пайда болу себептері жайлы ақпараттар келтірілген. Зерттеу барысында осы аумақтың топырағының су-физикалық қасиетінің өзгеруі, ыза суларының деңгейі, минералдануы және тұздануы қарастырылған. Зерттеулер көрсеткендей, бұл аумақта ирригациялық және қашыртқы-кәріз желілерінің қанағаттанарлықсыз жағдайында, ыза суларының деңгейінің көтеріліп, топырақтағы тұздардың мөлшері артқаны анықталған. Жүргізілген зерттеулер негізінде Әзірбайжан жерінің мелиоративтік жағдайын жақсарту бойынша агромелиоративтік шаралар ұсынылды.

**Кілт сөздер:** тұздану дәрежесі, топырақтың тұздануы, сорланған топырақтар, ыза сулары, кәріз сулар.

КҮЗДІК СУҒАРУДЫҢ КҮНБАҒЫСТЫҢ СУҒАРУ РЕЖИМІНЕ  
ЖӘНЕ ӨНІМГЕ ТИГІЗГЕН ӘСЕРІ

**Набиоллина М., Немеребай А.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ.*

**Аңдатпа**

Мақалада күнбағыс дақылының өнімін күздік және жаздық суғарудағы өнімнің қалыптасуын зерттеген мәліметтер келтірілген.

**Кілт сөздер:** Суғару, күздік суғару режимі, ылғал қоры.

**Кіріспе**

Ылғал толтырып суару құрғақ дала аудандарында ылғал себетін суғару бұрыннан қолданылған. Бұл суару егістікке топырақта ылғал жинақталу үшін едәуір мөлшерде сумен қамтамасыз етеді. Топырақ қабатында (әдетте 2 м) ылғалдың жиналуын қамтамасыз ету мақсатында күзде жүзеге асырылады. Ылғалдандыра суаруды көктемде егер алдында қандай да бір себептермен суғару жұмыстарын жүргізе алмаған жағдайда қолданылады [1].

Өткен ғасырда егіншілер әртүрлі ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру кезінде көктемгі еріген сулардың сіңуі есебінен қосымша ылғалданатын шағын табиғи төмендеулерді және көлтабандарды қолданған. Кейіннен жасанды көлтабандармен суғармалау кеңінен таралды, топырақтың бір рет көктемгі ылғалдылығына негізделген [2,3].

Суарудың бір бөлігін күзгі және көктемгі кезеңдерге ауыстыру су ресурстарын, жұмыс күші мен механизмдерін неғұрлым орынды пайдалануды қамтамасыз етеді. Ылғалдандыра суғару көптеген ауыл шаруашылығы дақылдарын суғару режимінің негізі болып табылады және жыл сайын 6 млн гектардан асатын үлкен алаңдарда жүргізіледі. Соңғы жылдары ылғал қорын жинайтын алаңдардың үлес салмағы 65% - ға тең; кейбір аудандарда ылғалдандыра суару барлық суармалы жерлерді алады [4-6].

Ауылшаруашылық дақылдарының өсіп өнуіне ең қажетті зат топырақтағы ылғал қоры болып табылады. Ерте көктемде егін егерде топырақта ылғал неғұрлым көп болса, соғұрлым өнімнің шығуы біркелкі болады [7].

**Зерттеу әдістемесі**

Елімізде көп жағдайда топырақта ылғал болмай көктемгі өскіннің шығуы өте нашар болып жоспарланған өнімді ала алмайды. Осы жағдайда екі нұсқада тәжірибе қойып зерттеу жұмысын жүргіздік:

1-нұсқа – жаздық суғару (бақылау)

2-нұсқа – жаздық суғару және күздік суғару

Әр нұсқаның ауданы 0,5 га тәжірибе қойған жердің топырағы орта салмақты сары боз топырақ, көлемдік массасы 1,39 гр, см<sup>2</sup>, еркіндік су сиымдылығы (ЕСС – 20%).

**Алынған нәтижелер**

2019-шы жылы 27-қазан айында 2-нұсқада күздік суғару жүргіздік. Әр гектарына 2700 м<sup>3</sup> су берілді. Берілген су 4-күнде топыраққа сіңіп үлгерді.

Бір танаптың ауданы (5\*50) 250 м<sup>2</sup> оған берілетін судың мөлшері 675 м<sup>3</sup>, яғни 675,000 литр су кетеді. Егерде танапқа суды 5 литр секунд мөлшерінде берсек 675,000 литр суды 37 сағата береміз.

Топырақтың есептік ылғалдану тереңдігі 2,3 м. Ерте көктемде 3-ші мамыр күні топырақтың ылғалдылығын анықтадық (**1-кесте**).

Төменде берілген кестенің мәліметіне сүйенсек күзде суғарған нұсқада көктем кезінде топырақтың ылғал қоры 638 м<sup>2</sup>/га-ға көбірек болып отыр. Осы күні яғни 3-ші мамыр күні әр нұсқада күнбағыс дақылы егілді.

**1-кесте. Көктемдегі топырақ ылғалдылығы, м<sup>3</sup> га**

Топырақ тереңдігі, м	1-нұсқа	2-нұсқа
0-10	158	247
10-20	187	257
20-30	211	273
30-40	213	286
40-60	416	531
60-80	413	540
80-100	479	634
0-100	2077	2638

Тәжірибе кезінде күнбағыс дақылы 1-нұсқада 6-рет суғарылды, әр гектарына 5300 м<sup>3</sup> га су берілді, ал 2-нұсқада 5 рет суғарғанда 4700 м<sup>3</sup>/га су берілді.

**2-кесте. Суғару режимі**

Нұсқалар	Суғару саны	Суғару мерзімі	Суғару нормасы м <sup>3</sup> /га	Суғармалау нормасы м <sup>3</sup> /га	Жалпы су пайдалану м <sup>3</sup> /га
1-нұсқа	6	13 / VI	860-970	5300	6140
2-нұсқа	5	23 / VI- 27/VI	860-960	4700	5718

Күзде суғарудың әсерінен суғару саны 1-данаға қысқарып отырды, ал суғармалау нормасы 600 м<sup>3</sup>/га-ға азайып отыр.

Барлық нұсқаларда күнбағыстың өсу фазаларын бақылап отырдық. Жапырағының орташа ұзындығы нұсқалар бойынша 20-24 см, ал ені 18-21 см арасында болды. Бір күнбағыс өсімдігінде 20-26 жапырақ, ал жапырақ ауданы өнім жинаған кезде 8670-8760 см<sup>2</sup> арасында нұсқаларға байланысты болды. Осы көрсеткіштердің ең көбі 2-нұсқада байқалды.

Мұндай көрсеткіштердің мәні келешек өнімгеде әсерін тигізді. Өнім жинау кезінде 2-нұсқадағы күнбағыс себетінің диаметрі 1-нұсқаға қарағанда 10-см көп болды (**3-кесте**).

**3-кесте. Күнбағыстың дәнін есептеу**

Нұсқалар	Бір себеттегі дән саны, дана	Бір себеттегі дәннің салмағы, гр	Бір гектардағы себет саны	Бір гектардағы жалпы дән салмағы (сүттенген кезі, дана)
1-нұсқа	982	26,2	68000	17,8
2-нұсқа	1000	31,4	68000	21,4

Сүрлемдік күнбағыстың жалпы өнімі нұсқалар бойынша 480-550 ц/га көк балауса құрайды (**4-кесте**).

**4-кесте. Суғару нормасының тиімділігін анықтау**

Нұсқалар	Өнім, ц/га	Маусымдық суармалау нормасы м <sup>3</sup> /га	Қосымша өнім, ц/га	Қосымша жұмсалған су, м <sup>3</sup> /га	Маусымдық суғармалау нормасының өнімділігі, м <sup>3</sup> /ц
1-нұсқа	450	5100	-	-	11,5
2-нұсқа	530	4700	80	400	9,5

Әр нұсқаның тиімділігін анықтауда маусымдық суғармалау нормасының өнімділік көрсеткіші болып табылады. Осы орайда жүргізген есеп бойынша күнбағыс дақылының

өнімі 2-нұсқада 1-нұсқаға қарағанда 60 ц/га жоғары болып отыр. 2-нұсқада күнбағыстың суғармалау нормасының тиімділігі 9,5 м<sup>3</sup>/га аз. Ал 1-нұсқада 11,5 м<sup>3</sup>/га болды.

#### **Қорытынды**

Қорыта келгенде күнбағыс дақылын күздік суғару мен суғарғанда төмендегідей көрсеткіштер анықталды.

1. Күзде суғару ерте көктемде топырақта 600-700 м<sup>3</sup>/га ылғалды артық жинауға әсерін тигізеді.
2. Күздік суғарудың әсерінен өсімдіктің өсіп өнуі жылдамдап қосымша өнім береді.
3. Күзде суғару жазда суғаруды 1 данаға кемітеді.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1. Зубаиров О., Тлеукулов А. «Суғару мелиорациясы», Алматы, 2014.
2. Әбілов Д. Өсімдіктердің түрі мен көктеуі. Ы. Алтынсарин атындағы Қазақтың білім академиясының республикалық баспа кабинеті, 2000. 201-205 б.
3. Жаңабаев Қ.Ш., Арыстанғұлов С.С. Агронмия негіздері. «Фолиант» баспасы, 2007.
4. Зыков Ю.Д., Часовитина Г.Н., Величко П.К. Интенсификация полевого кормо-производства в Казахстане. А-Ата, 1980. С.71-72.
5. Часовитина Г.М., Величко П.К., Николаенко И.А. Подсолнечник / Полевое кормо-производство в Казахстане. А-Ата, 1986. С.84-86.
6. Можаев Н.И., Копытин И.П. Подсолнечник // Кормопроизводство. А-Ата, 1986. С.54-55.
7. Минич И.Б. Биологические основы сельского хозяйства. Томск, 2009. С.122-127.

#### **ВЛИЯНИЕ ВЛАГОЗАРЯДКОВОГО ПОЛИВА НА РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Набиоллина М., Немеребай А.**

*Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Республика Казахстан*

#### **Аннотация**

В статье представлены данные по формированию посевов подсолнечника при влагозарядковом поливе.

**Ключевые слова:** Орошение, влагозарядковый режим орошения, запас влаги.

#### **INFLUENCE OF WATER CHARGING IRRIGATION ON IRRIGATION AND SUNFLOWER YIELD**

**Nabiollina M., Nemerebai A.**

*Kazakh National Agrarian University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

#### **Abstract**

The article presents data on the formation of sunflower crops during water-charging irrigation.

**Key words:** Irrigation, water-charging irrigation mode, moisture reserve.

## ИНДИКАТИВНАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШЕНИЯ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Полищук В.В.<sup>1</sup>, Жовтоног О.И.<sup>2</sup>, Салюк А.Ф.<sup>1</sup>, Бутенко Я.А.<sup>1</sup>, Чорна К.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт водных проблем и мелиорации НААН, Киев,*

<sup>2</sup>*ГУ «Институт экономики, природопользования и устойчивого развития НАН», Украина*

### **Аннотация**

Представлено результаты индикативной оценки использования орошения в хозяйствах на основании анализа данных наземного и дистанционного мониторинга. Для выполнения индикативной оценки предложено использовать перечень индикаторов. Реализация данной методики позволяет определять условия и факторы, влияющие на уровень эффективности использования орошения (управленческие решения стратегического и оперативного характера, природные факторы, техническое состояние оросительной инфраструктуры и т.д.) в каждом хозяйстве, в пределах действия насосных станций, на севообороте или отдельном поле. Для повышения эффективности орошения по результатам оценки для хозяйств, где проводились исследования, предложен комплекс долгосрочных, краткосрочных и оперативных мероприятий по улучшению эффективности управления орошением.

**Ключевые слова:** агромониторинг, алгоритмы, база данных, геоинформационные технологии, ДЗЗ, информационная система, модельный комплекс, оперативное планирование орошения.

### **Введение**

В современных условиях использование орошения на больших земельных массивах агрохолдингов, а также средних и крупных сельхозпредприятий, площади которых обслуживаются более чем одной насосной станцией, важны анализ и оценка состояния и результатов использования орошения на различных земельных массивах с целью улучшения методов управления технологическими процессами или принятия решений по реконструкции и модернизации оросительных систем. Для выполнения таких оценок в мировой практике используют разные методики [1-6]. Кроме того, рост частоты экстремальных погодных явлений, связанных с глобальным изменением климата, в том числе воздушных засух и суховеев, ливневых осадков, весенних заморозков, требует адаптации существующих технологий выращивания сельскохозяйственных культур на основе постоянной количественной оценки их влияния на эффективность орошаемого земледелия.

Задача устойчивого ресурсо-эффективного использования орошения также связана с соблюдением экологических требований при применении интенсивных технологий [7-10]. При пренебрежении экологическими требованиями сохранения плодородия почв и поддержания эколого-мелиоративного состояния земель рано или поздно возникает комплекс экологических проблем, для решения которых впоследствии будут нужны дополнительные затраты. Учитывая все названные аспекты и вызовы в использовании орошения для принятия и корректировки управленческих решений в орошаемом земледелии необходима разработка системы оперативного анализа состояния использования орошения по данным наземного и космического мониторинга.

### **Материалы и методика исследований**

Методика экспериментальных исследований предусматривала выполнение оценки использования орошения на территориях крупных хозяйств на основе анализа результатов внедрения информационной системы (ИС) оперативного планирования орошения «ГИС Полив» [11], естественных, технических и хозяйственных условий ведения орошения, а

также оценки развития биомассы с.-х. культур в течение орошаемого сезона на основе данных космического мониторинга [12-14].

Методика базируется на системном анализе, при этом орошения земель рассматривается, как открытая сложная природно-техническая и социально-экономическая система. Анализ осуществляется на основе сравнительной индикативной оценки состояния использования орошения по отдельным группам индикаторов, характеризующих внешние и внутренние воздействия на систему. Индикативную оценку можно выполнять отдельно для каждого хозяйства, насосной станции, севооборота, поля. После этого выполняется сравнение результатов между хозяйствами с целью объективной оценки влияния на результаты орошения внешних и внутренних факторов.

Для выполнения индикативной оценки предложено использовать группы индикаторов:

- *Природные индикаторы*: наличие и интенсивность засухи, объемы и распределение осадков, характеристика сложности рельефа полей орошаемого массива (сложный, приемлемый, удовлетворительный);

- *технические индикаторы*: коэффициент использования дождевальных машин (ДМ) - отношение количества ДМ, которые обслуживают орошаемый массив к количеству ДМ, которые могут проводить полив одновременно при существующей мощности насосных станций; частота аварийных случаев, которые приводили к остановке процесса полива (поломка ДМ, порыв трубопроводов); тип дождевальной техники и ее характеристики;

- *индикаторы качества управления или соблюдения технологий орошаемого земледелия*: влияние культур-предшественников на урожайность; соблюдение оптимального режима увлажнения почвы в соответствии с рекомендациями ИС «ГИС Полив» (анализ динамики влажности почвы); соответствие фактической оросительной нормы водопотребности сельскохозяйственных культур в орошении в данных погодных и почвенных условиях; количество дней с влажностью ниже критической в разные периоды вегетации (до критический, критический, после критический) объемы недополивов и их динамика; объемы гравитационного стока; соблюдение других технологий орошаемого земледелия по данным ДЗЗ (состояние посевов на полях орошаемого массива по данным обработки космических снимков);

- *организационные индикаторы*: уровень координации в принятии решений между специалистами хозяйств (агроном/гидротехник/директор); оперативность доступа к данным расчетов ИС "ГИС Полив" (доступ к Интернету, мобильная связь); качество оперативной обратной связи со специалистами, которые осуществляют управление;

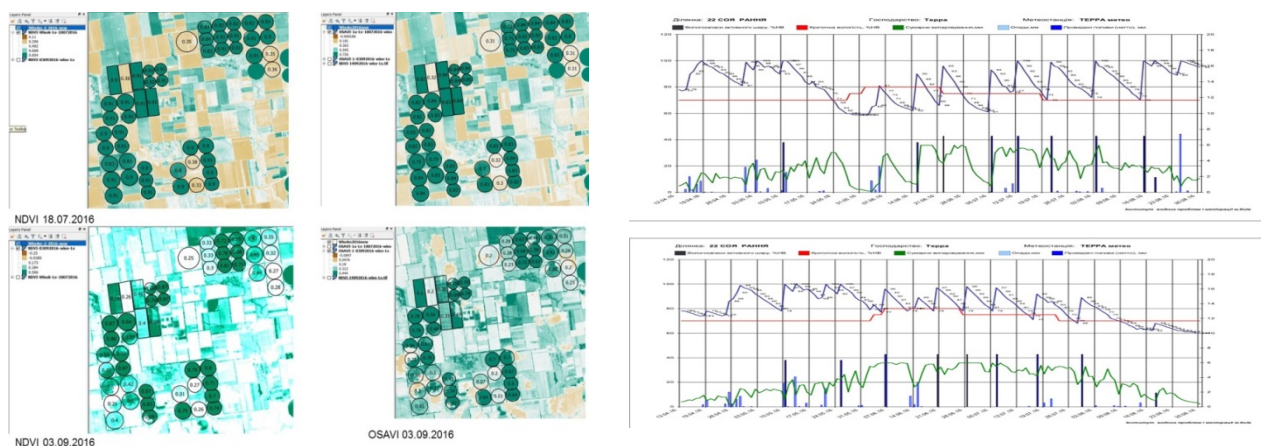
- *экономические индикаторы*: урожайность (по каждому полю, среднее значение по орошаемому массиву, распределение показателя по площади массива в определенных диапазонах) динамика состояния посевов по данным ДЗЗ (вегетационный индекс и другие); продуктивность использования оросительной воды (соотношение урожайность/ оросительная норма).

### **Основные результаты исследований**

Исследования проводились в 2016-2018 гг. на площади 9266,09 га 4-х хозяйств в Запорожской и Херсонской областях в Украине. Для выполнения индикативной оценки была сформирована база данных, в которой собрана информация 306 полей на 10-ти севооборотах. На исследуемых полях выращивали следующие сельскохозяйственные культуры: соя, подсолнечник, озимая пшеница, люцерна и рапс озимый. Для каждого поля хозяйств выполнено унификацию данных, полученных из различных информационных ресурсов (данные интернет-метеостанции, данные наземного и космического мониторинга, результаты расчета информационной системы оперативного планирования орошения, информация от специалистов хозяйств). За результатами исследований разработана и апробирована методика оперативного анализа состояния использования орошения по данным наземного и дистанционного мониторинга. На **рисунке 1** представлены примеры анализа данных ДЗЗ и результаты расчетов информационной системы оперативного планирования орошения



динамики влажности активного слоя почвы, суммарного испарения, а также осадки и проведенные поливы. Данные ДЗЗ анализировались отдельно по каждому полю: вегетационные индексы и температура подстилающей поверхности (LST).



**Рисунок 1** - Пример анализа данных ДЗЗ и результатов расчетов ИС «ГИС Полив»

Индикативная оценка использования орошения выполнена для четырех хозяйств и массивов орошения, обслуживаемых 10-ми отдельными насосными станциями. В **таблице 1** представлен фрагмент индикативной оценки ведения орошения по хозяйствам и отдельным НС.

**Таблица 1** – Результаты индикативной оценки использования орошения по хозяйствам и насосным станциям

	Хозяйство 1			Хозяйство 2		Хозяйство 3		Хазяйство 4		
Насосная станция	58	8	8а	10	12	46	47	46	40	39
Площадь орошения, га	957	1047	934	1167,5	723,9	667	1028,1	690,9	1006,8	1043,8
Лимит, л/с	1239	1399	667	1120	722;670	1470	1120	1470	980	1200
К-во полей	17	17	17	15	9	11	19	10	14	16
К-во одновременно работающих дождевальных машин (ДМ)	12	12	7	8	9	8	15	7	12	15
Коэффициент НС	0,71	0,86	0,58	0,53	1	0,73	0,79	0,7	0,93	0,94
Урожайность 4,3-3,7 т/га, %	40	29	73	17	57	0	0	0	16,6	33
Урожайность 3,7-3,2 т/га, %	20	64	27	68	43	60	24	33,3	41,7	50
Урожайность 3,2-2,4, т/га %	40	7	0	17	-	40	76	66,7	41,7	17
Соя, к-во полей	10	14	11	12	7	10	17	6	12	12
Пшеница озимая, к-во полей	0	3	5	2	1	0	0	3	1	3
Посолнечник, к-во полей	7	0	1	1	1	0	0	1	1	1
Рапс, к-во полей						-	1	0	0	0
Соя, Уср, т/га	3,47	3,64	3,85	3,59	3,72	3,29	2,89	3,10	3,18	3,49
Пшеница озимая, У ср, т/га	-	6,81	6,5	5,87	5,94	0	0	5,49	6,67	6,46
Подсолнечник, У ср, т/га	3,01	-	2,53	2,89	3,17	0	0	3,75	3,31	3,35

Люцерна, Уср, т/га							1,69	4,43	0	0	0
Рапс, Уср, ц/га							-	3,19	0	0	0
<b>Анализ режима орошения сои</b>											
Коэффициент НС	0,71	0,86	0,58	0,53	1	0,73	0,79	0,7	0,93	0,94	
Недополив, мм	49	30	19	32,5	32,5	122,4	144,7	98,2	126,5	109	
Гравитационный сток, мм	144	51	25	111,3	53,1	41,8	41,6	47,25	25,24	23,9	
Продуктивность воды, кг/м <sup>3</sup>	0,76	0,79	0,8	0,71	0,92	0,82	0,74	0,7	0,78	0,85	
Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га (факт)	4565	4689	4845	5020	4100	4050	3944	4475	4125	4125	
Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га («ГИС Полив»)	4800	4425	4800	4800	4425	4800	4800	4800	4800	4800	
Осадки, мм	198	222	243	190,6	190,6	190,4	190,4	190,4	190,4	190,4	

Реализация данной методики позволяет определять условия и факторы, влияющие на уровень эффективности использования орошения (управленческие решения стратегического и оперативного характера, природные факторы, техническое состояние оросительной инфраструктуры и т.д.) в каждом хозяйстве, в пределах действия НС на севообороте или отдельном поле. В **таблице 2** наведены результаты анализа использования орошения по насосным станциям 2-х хозяйств.

**Таблица 2** – Результаты анализа использования орошения по хозяйствам и НС

<b>ХОЗЯЙСТВО 1</b>	<b>58</b>	Неоптимальный режим увлажнения вследствие частых порывов трубопроводов, не достаточная мощность НС для проведения одновременного полива (Кнс=0,71)
	<b>8</b>	Влияние сложного рельефа орошаемых полей на неравномерность увлажнения почвы, не достаточная мощности НС для проведения одновременного полива (Кнс=0,86)
	<b>8а</b>	При недостаточной мощности НС (КНС = 0,58) в результате эффективного управления достигнуто высокие показатели урожайности (Усося, = 3,85 т / га, 73% площади орошаемого массива) при незначительных объемах недополивов (19 мм) и гравитационном стоке (25 мм)
<b>ХОЗЯЙСТВО 4</b>	<b>46</b>	Недостаточная мощность НС (Кнс = 0,7); неоптимальный режим увлажнения почвы вследствие постоянных порывов на оросительной сети и невыполнение рекомендованных оперативных планов поливов, достигнут низкий уровень продуктивности (Усося = 3,10 т/ га, 66,7% площади орошаемого массива) значительные объемы недополивов (98 мм); невозможность получения необходимых для расчетов оперативных поливов метеорологических показателей (сбой в работе метеостанции I-Metos), несогласованность в принятии решений между специалистами
	<b>40</b>	Неоптимальный режим увлажнения почвы в результате порывов на оросительной сети и невыполнение рекомендованных оперативных планов поливов, достигнут низкий уровень продуктивности (Усося = 3,18 т / га, 41,7% площади орошаемого массива) значительные объемы недополивов (127 мм), несогласованность в принятии решений между специалистами, невозможность получения необходимых для расчетов оперативных поливов метеорологических показателей (сбой в работе метеостанции I-Metos)
	<b>39</b>	Невозможность получения необходимых для расчетов оперативных поливов метеорологических показателей (сбой в работе метеостанции I-Metos), неопти-

	<p>мальный режим увлажнения почвы вследствие постоянных порывов на оросительной сети, частых поломок ДМ, в т.ч ДМ «Valley», достигнут невысокий уровень продуктивности (<math>У \text{ соя} = 3,49 \text{ т / га}</math>, 50% площади орошаемого массива), значительные объемы недополивов (109 мм), несогласованность в принятии решений между специалистами (агроном / гидротехник)</p>
--	---

### Обсуждение и выводы

По результатам оценки сделаны следующие выводы об условиях использования орошения на территории исследований:

- Длительная экстремальная засуха в течение критического периода развития растений, которая стала причиной общего снижения потенциала сортов;
- неудовлетворительное техническое состояние НС, оросительной сети и ДМ, а также недостаточные коммуникации и слаженность в принятии решений обусловили низкую эффективность использования орошения на насосных станциях в хозяйствах 3 и 4;
- высокий уровень организации управления и удовлетворительное техническое состояние дождевальных машин и НС позволил минимизировать негативное влияние технических и природных факторов на оросительных массивах в хозяйствах 1 (НС 8а) и 2 (НС10, НС12);
- на участках со сложным рельефом наблюдается неравномерность увлажнения почвы, развитие эрозионных процессов и неравномерность состояния плодородия почв.

Для повышения эффективности орошения по результатам оценки для хозяйств, где проводились исследования, необходимо разработать комплекс долгосрочных, краткосрочных и оперативных мероприятий по улучшению эффективности управления орошением в перспективе, а именно:

- долгосрочные мероприятия на следующие 3-5 лет: разработка комплекса мероприятий по адаптации технологий орошаемого земледелия к изменению климата и экстремальных засух;
- краткосрочные меры до начала оросительного сезона: улучшение технического состояния ДМ и оросительной сети в хозяйствах 3, 4, а также обучение и сопровождение специалистов этих хозяйств для улучшения качества управления;
- краткосрочные и оперативные мероприятия: внедрение информационных систем планирования орошения с использованием данных наземного и космического мониторинга для обеспечения качества управления и анализа результатов использования орошения в течение поливного сезона и после его завершения;
- краткосрочные и оперативные мероприятия: апробация и установка соответствующих приборов для организации обратной связи и контроля за фактическими сроками и нормами поливов;
- долгосрочные и краткосрочные меры (в течение 1-2 лет и в дальнейшем): разработка рекомендаций по корректировке состава севооборотов и приоритетов модернизации насосных станций;
- долгосрочные и краткосрочные меры (в течение 1-3 лет): проведение соответствующих почвенных обследований для обоснования агрономелиоративных и противоэрозионных мероприятий для минимизации негативного влияния сложного рельефа и неравномерности состояния плодородия почвенного покрова.

### Список литературы

1. Malano, H., Burton, M. and Makin, I. (2004) Benchmarking performance in the irrigation and drainage sector: a tool for change. *Irrig. and Drain.* 53, 119-133. <https://doi.org/10.1002/ird.126>.
2. Власов, М.В., Куприянова, С.В. Комплексный подход к определению эффективности реконструкции оросительных систем // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. №2(34). С.185–200.

3. Burt, C.M., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S., Solomon, K.H., Bliesner, R.D., Hardy, L.A., Howell, T.A., Eisenhauer, D.E. Irrigation performance measures: Efficiency and uniformity. (1997) *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 123 (6), 423-442.
4. Molden, David & Sakthivadivel, Ramaswamy & Perry, C.J. & Fraiture, Charlotte. (1998). Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agriculture Systems. IWMI Research Report 20, 20.
5. Kusu H., Bölüktepe, F.E. & Demir, A.O. (2009) Performance assessment for irrigation water management: a case study in the Karacabey Irrigation Scheme in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*. 4(2), 124–132.
6. Jensen, M.E. Beyond irrigation efficiency. (2007) *Irrigation Science*. 25(3), 233-245.
7. Hamdy A. Water use efficiency in irrigated agriculture: an analytical review. In: Lamaddalena N. (ed.), Shatanawi M. (ed.), Todorovic M. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Albrizio R. (ed.). *Water use efficiency and water productivity: WASAMED project*. Bari: CIHEAM, 2007. p. 9-19 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 57).
8. Hamidov, A.; Helming, K. (2020) Sustainability Considerations in Water–Energy–Food Nexus Research in Irrigated Agriculture. *Sustainability*. 12, 6274.
9. <https://doi.org/10.3390/su12156274>
10. Scardigno, A. (2020) New solutions to reduce water and energy consumption in crop production: A water–energy–food nexus perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 13, 11-15.
11. García I.F., García F.M., Díaz J.A.R., Pilar, P.M. Barrios, Poyato E.C. (2018) Water–Energy Nexus in Irrigated Areas. Lessons From Real Case Studies//Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment tools, Strategies, and Challenges for Woody Crops, 41-59.
12. «Комп'ютерна програма «Інформаційна система оперативного планування зрошення ІС «ГІС Полив» («ІС «ГІС Полив»»», автори: Жовтоног О.І., Філіпенко Л.А., Деменкова Т.Ф., Бабич В.А., Поліщук В.В. (Свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір №54650 від 07.05.2014).
13. Colaizzi, P.D., O'Shaughnessy, S.A., Evett S.R., Howell, T.A. Using plant canopy temperature to improve irrigated crop management // *Proceedings of the 24th Annual Central Plains Irrigation Conference*, Colby, Kansas. 2012. February 21-22. P. 203-223.
14. Taghvaeian, S., Neale, C.M.U., Osterberg, J.C., Sritharan, S.I. (2018) Remote Sensing and GIS Techniques for Assessing Irrigation Performance: Case Study in Southern California. *J. Irrig. Drain Eng.* 144(6), 05018002.
15. Bandara, K.M.P.S. (2006) Assessing irrigation performance by using remote sensing. Doctoral thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 156.

#### INDICATIVE EVALUATION OF IRRIGATION USE ACCORDING TO GROUND AND REMOTE MONITORING DATA

**Polishchuk V.V.<sup>1</sup>, Zhovtonog O.I.<sup>2</sup>, Salyuk A.F.<sup>1</sup>, Butenko Ya.A.<sup>1</sup>, Chorna K.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences,  
Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*State Institution «Institute of Economics, Environmental Management and Sustainable  
Development», Kyiv, Ukraine*

#### **Abstract**

The results of an indicative assessment of the use of irrigation in farms are presented, including the analysis of in-situ and RS data. To carry out an indicative assessment, it is proposed to use a list of indicators. The implementation of this methodology makes it possible to determine the conditions and factors affecting the level of efficiency of irrigation use (strategic and operational

management decisions, natural factors, technical condition of the irrigation infrastructure, etc.) in each farm, within the scope of pump station serve, in the crop rotation or in a separate field. To improve the efficiency of irrigation based on the assessment results for the farms where the research was carried out, it is necessary to introduce a set of long-term, short-term and operational measures to improve the efficiency of irrigation management in the future.

**Key words:** agromonitoring, algorithms, database, geoinformation technologies, RS, information system, model complex, operational irrigation planning.

## ЖЕРДЕГІ ЖӘНЕ ҚАШЫҚТЫҚТАН БАҚЫЛАУДЫҢ ДЕРЕКТЕРІМЕН СУАРУДЫ ПАЙДАЛАНУДЫ ИНДИКАТИВТІК БАҒАЛАУ

Полищук В.В.<sup>1</sup>, Жовтоног О.И.<sup>2</sup>, Салюк А.Ф.<sup>1</sup>, Бутенко Я.А.<sup>1</sup>, Чорна К.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Су проблемасы және мелиорация институты ҰААҒ, Киев, Украина

<sup>2</sup>ММ «Экономика, табиғатты пайдалану және тұрақты даму институты ҰАҒ», Украина

### Аңдатпа

Жердегі және қашықтықтан бақылау мәліметтерін талдау негізінде шаруашылықтарда суаруды пайдалануды индикативті бағалау нәтижелері келтірілген. Индикативті бағалауды жүргізу үшін көрсеткіштер тізімін қолдану ұсынылады. Осы әдістеменің іске асырылуы әр шаруашылықта суаруды пайдалану тиімділігінің деңгейіне әсер ететін жағдайлар мен факторларды (стратегиялық және жедел басқару шешімдері, табиғи факторлар, ирригациялық инфрақұрылымның техникалық жағдайы және т.б.) сорғы станцияларында, ауыспалы егістікте немесе жеке алқапта анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеулер жүргізілген шаруашылықтар үшін бағалау нәтижелері негізінде суарудың тиімділігін арттыру үшін суаруды басқарудың тиімділігін арттыратын ұзақ мерзімді, қысқа мерзімді және жедел шаралар кешені ұсынылды.

**Кілт сөздер:** агромониторинг, алгоритмдер, мәліметтер базасы, геоақпараттық технологиялар, қашықтықтан зондтау, ақпараттық жүйе, модельдік кешен, суаруды жедел жоспарлау.

УДК 631.6.02.528.8(528.8)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ТАСОТКЕЛЬСКОГО МАССИВА В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Рахимжанова И.К.

РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр, г. Алматы, РК

### Аннотация

Для обеспечения рационального использования орошаемых земель необходимо регулярно проводить диагностику состояния земельного фонда с целью своевременного выявления изменений выработки рекомендаций по устранению или предупреждению последствий разнообразных негативных процессов. Для этого проводится мониторинг земель, результаты которого являются информационной основой для единого реестра, а также для проведения мероприятий по землеустройству и охране используемых земель. Мониторинг за состоянием орошаемых земель как система контроля, позволяет своевременно выявлять изменения, оценивать их, предупреждать и устранять последствия негативных процессов. Одним из самых оптимальных методов с точки зрения экономии

времени и средств является дистанционное зондирование орошаемых земель. На сегодняшний день весьма распространенными средствами мониторинга является дешифрирование космоснимков с помощью различных индексов. В статье представлены результаты проведенных исследований с помощью вегетационного индекса NDVI, по результатам которых были построены карты на вегетационный период.

**Ключевые слова:** ГИС, орошаемые земли, дистанционное зондирование, дешифрирование, мелиоративное состояние, мониторинг.

## **Введение**

Республика Казахстан является аграрной страной, где сельское хозяйство играет важную роль в развитии всей экономики. Развитию сельского хозяйства способствует, прежде всего, наличие огромного земельного фонда с обширными площадями сельскохозяйственных угодий. Орошаемые земли представляют один из главных источников и ресурсов, обеспечивающие их продуктивность и отдачу.

Одной из важных задач при использовании орошаемых земель является получение объективной, качественной, своевременной информации о характеристиках этих земель, включая мелиоративное состояние. Наряду с различными причинами, сокращению площадей орошаемых земель способствует повышение уровня грунтовых вод, приводящее к засолению этих земель. Это происходит из-за неудовлетворительного состояния коллекторно-дренажной сети и необеспеченности отвода дренажных вод с орошаемых массивов.

Мониторинг мелиоративного состояния орошаемых земель в Казахстане осуществляется традиционными методами, включая полевые обследования, картографирование и лабораторные исследования почв и воды. Применение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) в совокупности с ГИС технологиями и наземными наблюдениями позволят определить точные границы полей, выполнить экспликацию сельскохозяйственных земель, картографирование реальной структуры земельных угодий с расчетом необходимых площадей. По этим данным можно выявить неиспользуемые земли, выделить эрозионные, переувлажненные и заболоченные участки, площади зарастания оросительной и коллекторно-дренажной сетей, и в целом оценить мелиоративное состояние для разработки мероприятий по их улучшению и рациональному использованию [1].

Преимуществом использования данных дистанционного зондирования для создания цифровых карт является актуальность данных, высокая точность определения границ объектов, более высокий коэффициент объективности выделения объектов и отнесения объекта к определенному классу. Кроме этого, использование ДДЗ позволяет сократить объем наземных исследований и таким образом сократить сроки исследований [2, 3].

Мониторинг состояния орошаемых земель с использованием ДДЗ предполагает интеграцию нескольких теоретических подходов: 1) применение температурных каналов спутников; 2) расчет различных спутниковых вегетационных индексов; 3) расчет температур подстилающей поверхности и т.д. [4].

## **Методика исследований**

В статье проведен пространственный анализ данных изучаемого участка, и приведен пример построения карт с помощью вегетационного индекса NDVI, который может применяться как инструмент для измерения продуктивности культур, а также для определения почвенно-мелиоративных условий и оперативного выявления проблемных зон на орошаемом поле.

Нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) является распространенным и широко используемым спектральным индексом в дистанционном зондировании. NDVI рассчитывается как отношение коэффициента отражения TOA красной полосы (Red) (около 0,66 мкм) к полосе ближнего инфракрасного диапазона (NIR) (около 0,86 мкм). NDVI рассчитывается по следующей формуле:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Этот индекс определяет значения от -1 до 1, где значение NDVI густо заросшей территории будет иметь тенденцию к положительным значениям, в то время как вода и другие территории будут представлены близкими к нулю или отрицательными значениями [5].

Исследования по применению данных ДЗЗ были проведены на участке Тасоткельского массива орошения Шуского района Жамбылской области с использованием результатов наземных наблюдений за мелиоративным состоянием орошаемых земель РГУ «Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр» МСХ РК. Массив включает в себя земли 8 сельских округов, из которых некоторые подвержены процессам засоления и заболачивания.

Характеристики некоторых сельских округов исследуемого участка:

Общая площадь орошаемых земель Балуан-Шолакского сельского округа составляет 630,0 га, из них под кормовые было отведено 620 га или 98% от общей использованной площади земель округа, а остальная площадь была засеяна зерновыми – 8,0 га и масличными культурами – 2,0 га. Режим грунтовых вод изучался по 8 наблюдательным скважинам. Минерализация в вегетационный период варьировала от 0,6 до 1,6 г/дм<sup>3</sup>. На площади 254,0 га орошаемые земли характеризовались как незасоленные. Земли на площади 186,0 га отнесены к категории слабозасоленных земель. Среднезасоленные земли распространены на площади 163,0 га. Сильнозасоленные земли выделены на площади 27,0 га.

В Толебиском сельском округе орошаемая площадь составляет 1895 га. Ведущими культурами являются кормовые – 890,0 га, овощи, бахчи и картофель – 883,0 га, зерновые – 26,0 га, масличные – 15,0 га и сахарная свекла 11,0 га. На территории сельского округа наблюдения за уровнем грунтовых вод (УГВ) проводились по 21 режимным скважинам. Минерализация грунтовых вод по площади изменялась за вегетационный период от 0,6 до 1,6 г/дм<sup>3</sup>. По степени засоления почвенного покрова в округе распространены незасоленные земли на площади 1051,0 га. Слабозасоленные земли представлены на площади 725,0 га, а среднезасоленные земли занимают лишь 209,0 га.

В Корагатинском сельском округе орошаемые земли занимают 3608,0 га. Под посевами овощей, бахч и картофеля занято 1715,0 га, кормовыми засевалось 795,0 га, масличными 301,0 га, под зерновые отведено 293,0 га, а остальная площадь отводилась под сахарную свеклу – 4,0 га. Изучение УГВ проводилось по 6 наблюдательным скважинам. Минерализация грунтовых вод в период с апреля по сентябрь изменялась в пределах от 0,8 до 1,7 г/дм<sup>3</sup>. По степени засоления почвенного покрова незасоленные орошаемые земли представлены на площади 2709,0 га, а слабозасоленные занимали 624,0 га. К категории среднезасоленных земель отнесены всего 275,0 га.

#### **Полученные результаты и обсуждения**

На территорию этих сельских округов были созданы карты пространственного распределения вегетационного индекса NDVI на разные даты вегетационного периода (рисунок 1).

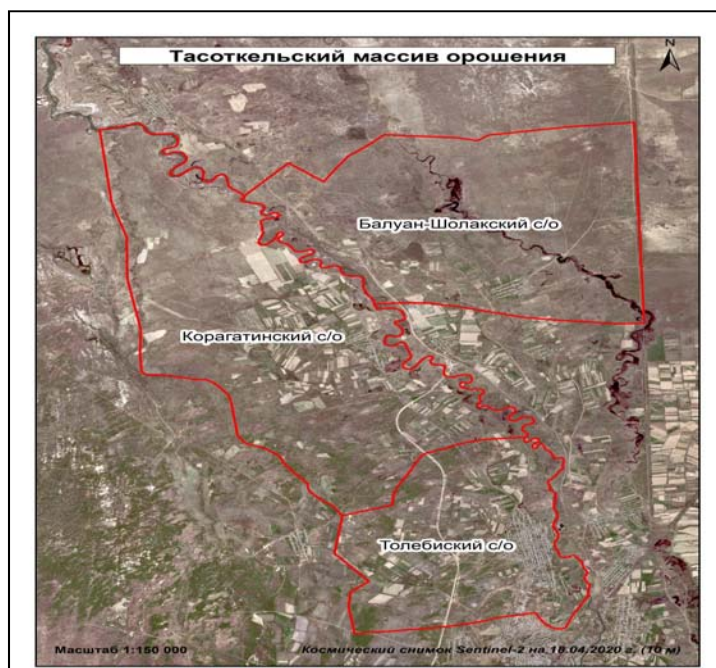
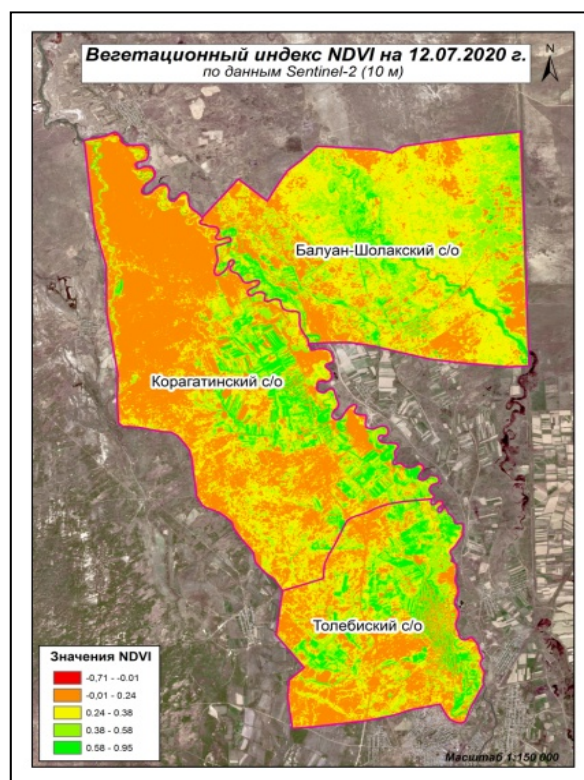
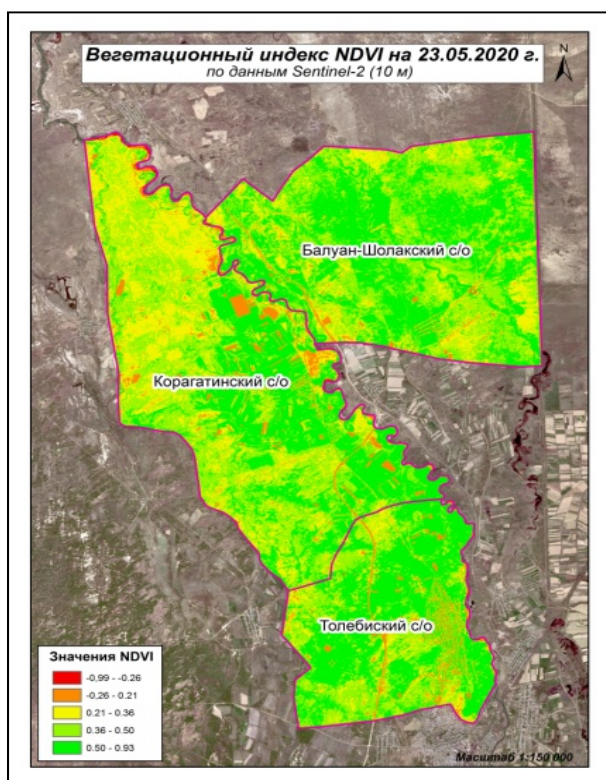
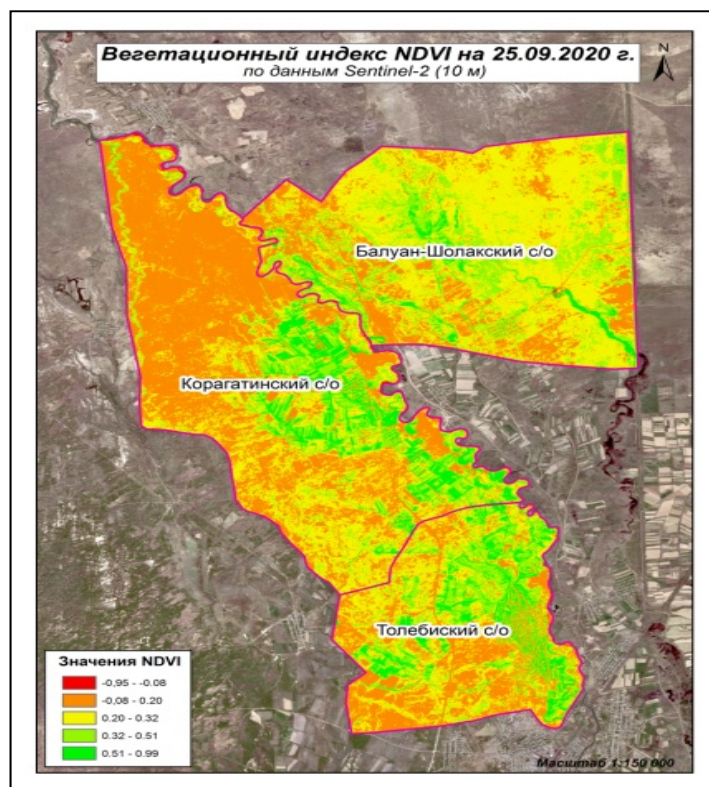


Рисунок 1 - Карта исследуемой территории

Исследования проводились по космическим снимкам Sentinel-1 и Sentinel-2 Европейской Комиссии, которые были разработаны специально для работы с огромным количеством данных и изображений. Сам спутник оснащен оптико-электронным мульти-спектральным датчиком для съемки с разрешением от 10 до 60 м в видимой, ближней инфракрасной (VNIR) и коротковолновой инфракрасной (SWIR) спектральных зонах, включающим 13 спектральных каналов, что обеспечивает захват различий в состоянии растительности и почвенного покрова, включая временные изменения, а также минимизирует влияние на качество атмосферной фотосъемки [6].







**Рисунок 2** – Распределение индекса NDVI на орошаемых землях в вегетационный период 2020 года

По результатам полученных путем анализа многовременных космических изображений по средним значениям индекса NDVI на одном и том же сельскохозяйственном поле можно увидеть, как оно меняется в течение вегетационного периода согласно фазам развития растительности, почвенно-мелиоративной и гидрогеолого-мелиоративной обстановки исследуемой территории. С наступлением вегетационного периода значения индекса начинают расти (среднее значение в апреле – 0,37; в мае – 0,48), в момент цветения значения индекса перестают увеличиваться и затем по мере созревания растений и подъема грунтовых вод индекс переходит к стадии снижения (среднее значение в конце сентября – 0,27).

### **Выводы**

На основе проведенного анализа структурных взаимосвязей таксационных параметров и дешифровочных признаков использование ДДЗ позволило:

- Более оперативно и точно выявлять мелиоративно-неблагополучные земли на исследуемых территориях для выработки рекомендаций по восстановлению плодородия почв и обеспечить наглядность представления полученной информации;
- сократить трудоёмкость создания и фрагментации карт с широким диапазоном представления масштабов;
- многократно использовать и корректировать разработанные электронные тематические карты многими потребителями.

### **Список литературы**

1. Матушкина О.А., Геращенко Л.П. Использование геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования земли в мониторинге мелиоративного состояния орошаемых земель // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2018. – С. 265-268.
2. Лупян Е.А., Бурцев М.А., Прошин А.А., Кобец Д.А. Развитие подходов к построению информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2018. - Т. 15. - №3. - С. 53–66.

3. Якушев В.П. Дистанционные методы и средства в информационном обеспечении точного земледелия: состояние и перспективы // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». – г. Санкт-Петербург: ФГБНУ АФИ, 2018. – С.3-10.

4. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium. NASA SP I 351. – 2001. – P. 309-317.

5. Шихов А.Н., Герасимов А.П., Пономарчук А.И., Перминова Е.С. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения / Учебное пособие. – г. Пермь: ПГНИУ, 2020. – С. 25, С. 138.

6. M. Weiss, F. Jacob, G. Duveillerc. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. Journal Remote Sensing of Environment, Volume 263. – 2020. – Article 111402. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111402>.

## USING METHODS OF REMOTE SENSING AT MONITORING HYDROGEOLOGICAL-RECLAMATION CONDITION ON IRRIGATED LANDS OF THE TASOTKEL MASSIF IN THE ZHAMBYL REGION

**Rakhimzhanova I.K.**

*RSE Zonal hydrogeological-reclamation center, Almaty city, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

To ensure the rational use of irrigated land, it is necessary to regularly diagnose the state of the land fund in order to timely identify changes and develop recommendations for eliminating or preventing the consequences of various negative processes. For this reason, land monitoring is carried out, the results of which are the information basis for the unified register, as well as for carrying out measures for land management and land-use protection. Monitoring of the irrigated land state as a control system allows to identify changes in a timely manner, evaluate them, prevent and eliminate the consequences of negative processes. One of the most optimal methods in terms of saving time and money is remote sensing of irrigated lands. By now, a very common means of monitoring is the decoding of satellite images using various indexes. The article presents the results of studies conducted using the vegetation index NDVI, the results of which were used to create maps for the growing season.

**Key words:** GIS, irrigated lands, remote sensing, decoding, reclamation state, monitoring.

## ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТАСӨТКЕЛ АЛҚАБЫНЫҢ СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ МЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ

**Рахимжанова И.К.**

*ҚР АШМ Аймақтық гидрогеологиялық-мелиоративтік орталығы РММ, Алматы қ. ҚР*

### **Аңдатпа**

Суармалы жерлердің ұтымды пайдаланылуын қамтамасыз ету үшін әртүрлі теріс процестердің салдарын жою немесе алдын алу жөніндегі ұсыныстарды әзірлеудегі өзгерістерді уақтылы анықтау мақсатында жер қорының жай-күйіне диагностика үнемі жүргізілуі қажет. Ол үшін нәтижелері бірыңғай реестр үшін ақпараттық негіз болып табылатын, сонымен қатар жерге орналастыру және пайдаланылатын жерлерді қорғау жөніндегі іс-шараларды жүргізу үшін жер мониторингі жүргізіледі. Бақылау жүйесі ретінде суармалы жерлердің жай-күйін мониторингілеу өзгерістерді уақтылы анықтауға, оларды бағалауға, жағымсыз процестерді алдын-алуға және жоюға мүмкіндік береді. Уақыт пен

акшаны үнемдеу тұрғысынан ең оңтайлы әдістердің бірі болып суармалы жерлерді қашықтықтан зондтау табылады. Қазіргі таңда мониторингтің кең таралған құралдары ретінде әртүрлі индекстерді қолдана отырып, ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу болып табылады. Мақалада NDVI вегетациялық индексінің көмегімен жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген, олардың нәтижелері бойынша вегетациялық кезеңге арналған карталар жасалған.

**Кілт сөздер:** ГАЖ, суармалы жерлер, қашықтықтан зондтау, дешифрлеу, мелиоративтік жағдай, мониторинг.

**УДК 631.585 (574)**

## ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБВОДНЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПАСТБИЩ

**Тумлерт В.А.**

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», г. Тараз, РК*

### **Аннотация**

Внедрение цифровых информационных технологий в Казахстане позволит в оперативном порядке принимать оптимальные решения по проведению необходимых мероприятий, экономить средства и материалы, повысить эффективность применения материально-технических ресурсов и научно-обоснованных подходов, что в целом обеспечит содействие устойчивому росту производства сельхозпродукции, в частности развитию отгонного животноводства в Казахстане. Это приобретает еще большую актуальность в свете проводимого в последние годы по решению Правительства широкомасштабного ввода в оборот пастбищ за счет восстановления ранее действовавших обводнительных сооружений.

**Ключевые слова:** Отгонное животноводство, инфраструктура обводненных пастбищ, продуктивность пастбищ, водопойный пункт, цифровая информационная система, мобильное приложение, интернет-ресурс.

### **Введение**

Создание оптимальных условий организации обводнения пастбищ путем разработки и внедрения цифровой информационной системы оценки инфраструктуры и продуктивности пастбищ позволит реализовать ряд задач по цифровизации АПК и развитию животноводства, поставленных Главой государства в государственной программе «Цифровой Казахстан».

Цифровые технологии в Казахстане рассматриваются как основной путь к диверсификации национальной экономики, ее переориентации с сырьевой на индустриально-сервисную модель [1].

Как показывает опыт передовых стран, внедрение цифровых технологий способствует преобразованию агропромышленного комплекса в высокорентабельный сектор экономики за счет увеличения производительности труда и роста экспорта переработанной сельхозпродукции. Производство, основанное на ИТ-технологиях, в странах с развитой аграрной экономикой позволило сократить незапланированные расходы до 20% [2,3].

Следует отметить, что в нашей республике практически отсутствует система мониторинга за состоянием и эффективным использованием пастбищных ресурсов. На современном техническом уровне проблема получения информации и состоянии земной поверхности решается с применением информационных систем, основанных на использовании ГИС технологий, позволяющих оперативно получать достаточно полный объем сведений о состоянии пастбищных экосистем на обширной территории республики.

Для выработки предложений по вводу в оборот пастбищных земель необходимо предварительно провести инвентаризацию обводнительных сооружений на пастбищах в основных животноводческих регионах Казахстана с оценкой размера инвестиций на их восстановление. Обеспечение доступа к информации обобщенного фактического материала о технических характеристиках инфраструктуры и продуктивности обводненных пастбищ, позволит людям, занимающимся сельским хозяйством, использовать имеющиеся источники табличной и картографической информации для повышения качества принимаемых решений. Разработка такой системы позволит, улучшить ситуацию с доступной для фермера кормовой базой, и даст толчок для роста поголовья и продуктивности скота.

Известно, что важным источником производства дешевых кормов являются природные кормовые угодья и в первую очередь естественные пастбища. В кормовом балансе их продукция составляет около сорока процентов. Сочная трава в ранних фазах развития растений — наиболее полноценный и дешевый корм для животных. Давно подмечено, что в период пастбищного содержания происходит наиболее интенсивный прирост живой массы и продуктивность животных. К тому же кормовая единица пастбищ стоит в 2-3 раза меньше, чем другие корма. Поэтому имеющиеся большие площади естественных пастбищ в каждом районе необходимо правильно и эффективно использовать, сохраняя и повышая из года в год их продуктивность.

Говоря о потенциале отгонного животноводства, нужно отметить, что Казахстан обладает колоссальными запасами сельскохозяйственных земель. По данным Министерства сельского хозяйства РК, в нашей стране имеется около 220 миллионов гектаров земель сельскохозяйственного назначения, большинство из которых, а именно 187 миллионов гектаров, это пастбищные угодья. Казалось бы, на этих землях можно свободно пасти скот, количество которого на сегодня составляет более 30 миллионов голов. К сожалению, в настоящее время большая часть сельскохозяйственных животных пасется в пределах и вокруг населенных пунктов, нежели на отдаленных пастбищах. В результате из-за перенасыщения скотом пастбищные земли в радиусе 5-6 километров от населенных пунктов деградированы. Их площадь достигает 27 миллионов гектаров.

Основными источниками водоснабжения пастбищных территорий являются подземные воды, забор которых осуществлялся из шахтных колодцев и скважин. Практически повсюду обводнительные сооружения вышли из строя, а строительство новых — прекращено. Основной причиной выхода из строя обводнительных сооружений является выработка нормативных сроков службы, отсутствие надлежащей эксплуатации, изменение форм собственности [4]

#### **Методика исследований**

На современном этапе развития технологии методы исследования природной среды невозможны без использования геоинформационных систем (ГИС). Для решения задач мониторинга и картирования пастбищных угодий и имеющихся на них водозаборных сооружений актуальна проблема сбора, обработки, хранения и анализа информации, требующая определенной формы систематизации описаний и специфической базы данных, что в первую очередь предполагает создание единообразной ГИС.

Исследование базировалась на региональных и локальных характеристиках пастбищных ресурсов Казахстана с использованием данных натурных обследований.

Изучение инфраструктуры обводнения пастбищ путем обследования обводнительных сооружений фиксировались GPS- координаты оголовка водозаборного сооружения, определялся дебит шахтного колодца (скважины), глубина колодца, статический и динамический уровень воды, диаметр обсадной колонны скважины, минерализация воды, техническое состояние водопойного пункта (резервуар чистой воды суточного регулирования, водопойные корыта, отмокта водопойных площадок, водоподъемные средства), составляется дефектный акт.

Система разработана в виде веб-приложения, состоящего из клиентской и серверной частей, тем самым реализуя технологию «клиент-сервер». Клиентская часть реализует

пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет вычисления, после этого формирует веб-страницу и отправляет её клиенту по сети с использованием протокола HTTP.

Для разработки Системы выбран бесплатный фреймворк для веб-приложений Django, написанный на языке программирования Python.

Django акцентируется на возможности повторного использования и «вместимости» компонентов, меньшего количества кода, низкой связи, быстрого развития и принципа не повторения. Данный Фреймворк используется в таких крупных и известных сайтах, как Instagram, Disqus, Mozilla, The Washington Times, Pinterest, YouTube, Google и др.

Система реализована по принципу модульности, состоит из различных приложений в соответствии с определенными функциями. Все приложения Системы развертываются на сервере как один элемент и имеют единую панель администрирования.

Проект, выполненный нами включал в себя создание системы, которая могла бы способствовать возрождению такого вида сельского хозяйства как отгонное животноводство, то есть более полному использованию естественных пастбищных угодий. Как отмечают специалисты, за последние годы естественные угодья используются недостаточно и неравномерно. Их бессистемная эксплуатация привела к тому, что в настоящее время почти повсеместно снизилась урожайность пастбищ и сенокосов, увеличилась площадь деградированных угодий. В итоге современная продуктивность сенокосов и пастбищ значительно ниже потенциальной возможной. Об этом, кстати, говорилось еще в 2012 году в Послании Елбасы Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». Там сказано о необходимости возрождения отгонного животноводства с учетом новых научных, технологических, управленческих достижений.

Согласно проведенным КазНИИВХ обследованиям вынужденное простаивание существующих водозаборных скважин и шахтных колодцев способствовало снижению их потенциальной производительности, а в некоторых случаях и выходу из строя. Ввод в эксплуатацию таких водозаборных сооружений требует проведения научно-обоснованных мероприятий по восстановлению и интенсификации их производительности.

Паспортизация обводнительных сооружений потенциальных участников мероприятий по развитию отгонного животноводства по всем областям Республики Казахстан позволила оценить уровень технического состояния обводнительных сооружений.

В Казахском научно-исследовательском институте водного хозяйства была проведена работа по разработке научно-обоснованных решений по оптимальным условиям организации обводнения пастбищ в рамках научно-технической программы «Создание высоко-продуктивных пастбищных угодий в условиях Северного и Западного Казахстана и их рациональное использование» по проекту «Разработка эффективных технологий использования пастбищных ресурсов».

Общедоступный интернет ресурс с информацией о технических характеристиках инфраструктуры и продуктивности обводненных пастбищ, предоставляет беспрепятственный доступ рядовым пользователям к научным изысканиям КазНИИВХ, а также позволяет реализовать ряд задач по цифровизации АПК и развитию животноводства.

#### **Полученные результаты**

В результате реализации мероприятия в 2020 году создано с адаптацией под использование на смартфонах интернет-ресурс по оценке состояния обводнительных сооружений (наличие, техническое состояние, дебит, минерализация и т.п.) и продуктивности непосредственно для зон обслуживания отгонного животноводства. Размещен на сайте ТОО «КазНИИВХ» [www.kazniivh.kz](http://www.kazniivh.kz). Информацией о технических характеристиках инфраструктуры и продуктивности обводненных пастбищ и отгонного животноводства с применением передовых цифровых технологий и оборудования GPS даст возможность фермеру принимать оптимальные решения при планировании мероприятий по использованию пастбищных ресурсов.

Получение своевременной информации посредством интернет-ресурса у фермера появится возможность выяснить необходимые параметры технического состояния водозабора с показателями продуктивности пастбища, а затем получить комплексную оценку инфраструктуры обводнения и продуктивности пастбища в виде паспорта технического состояния объекта пастбищного водоснабжения (водопойного пункта). На основе полученных данных фермер получит информацию о предельном размещении МРС и сроков его выпаса на территории, прилегающей к действующему водопойному пункту.

Количество овец, намечаемое к содержанию, определяется соотношением общей кормоемкости к удельной потребности в кормах за период выпаса и водообильности водоисточника.

Исходными данными для определения количества овец являются:

- Дебит водоисточника, л/сек;
- Средневзвешенная кормоемкость пастбищного участка, ц/га;
- Потребность в кормах на 1 овцу в сутки, кг;
- Период выпаса, дней
- Площадь обводняемого пастбищного участка, га.

Максимальный суточный объем воды водопойного пункта вычисляется следующим образом:

$$Q_{в.п.} = q_0 * t * 3600, \text{ л/сутки} \quad [1]$$

$q_0$  – дебит водозаборного сооружения, л/с

$t$  – время откачки воды, час (24 часа)

Максимальное количество овец (поголовье) обеспечиваемое водой в сутки водопойным пунктом равно:

$$n_B = \frac{Q_{в.п.}}{q_{н.в.}} \quad [2]$$

$q_{н.в.}$  - норма водопотребления взрослой овцы, л/сутки (ВСН 33-2.2.04-86 Водоснабжение. Пастбищные системы. Водопойные пункты)

Средняя продуктивность пастбищ, обводненных одним водопойным пунктом:

$$P_{ср} = F * Y \quad [3]$$

$F$  - площадь пастбищ обводненная 1 водопойным пунктом, равна 11300 га при максимальном радиусе водопоя для овец равном 6 км;

$Y$  - урожайность пастбищ, ц/га сухого сена

$F = 11300$  га, однако с учетом меняющейся ежегодно климатических условий, необходимо предусмотреть до 35% страхового фонда, что составит 3955 га, так же принимая во внимание наличие дорог на пастбищах, солевых пятен лишенных растительности, участков с непоедаемой растительностью исключается еще 10% пастбищ (1130 га). Таким образом  $F$  составит 6215 га. В расчетах принимаем  $F = 6215$  га.

Максимальное количество овец (поголовье) обеспечиваемое кормом в сутки пастбищами подвешенными к водопойному пункту:

$$N_k = \frac{P_{ср.100}}{P_{корм 1 гол.}} \quad [4]$$

$P_{корм 1 гол.}$  - суточная потребность 1 овцы в корме, составляет 2 кг сухого сена.

Зная продолжительность выпасного периода по сезонам года можно определить количество овец (поголовье) возможное для размещения у данного водопойного пункта (по данным ТОО «КазНИИЖиК», **таблица 1**).

**Таблица 1** - Средняя продолжительность пастбищного периода для мясного скота и овец по сезонам года, дней

Зона	Вид Животных	Весенний (с 5 до 15 <sup>0</sup> С)	Летний	Осенний	Зимний для овец	
					выпасные дни	невыпасные дни
Пустыня	Овцы	30-50	150-190	35-60	110-120	10-30
Полупустыня	овцы, мясной скот	32-37	125-135	35-45	85-95	65-80
Степь	мясной скот, овцы	35-40	100-110	30-35	60-80	80-130

Программа рассчитывает максимальное количество овец в среднем на 190 дней выпаса. Фермер варьируя количеством овец и количеством дней выпаса сам определяет эти параметры наиболее приемлемые для его условий.

Оптимальное поголовье овец определяется сравнением  $n_v$  и  $N_k$ . После сравнения принимается наименьшая величина. На основе полученных данных фермер получит информацию о предельном размещении МРС на территории, прилегающей к действующему водопойному пункту.

Получение своевременной информации посредством интернет ресурса у фермера появится возможность выяснить необходимые параметры технического состояния водозабора с показателями продуктивности пастбища, а затем получить комплексную оценку инфраструктуры обводнения и продуктивности пастбища в виде паспорта технического состояния объекта пастбищного водоснабжения (водопойного пункта).

Для входа в информационную систему используется компьютер или смартфон с установленным на нем любым интернет-браузером (например: Chrom, Internet Explorer, Mozilla Firefox) (ссылка для скачивания интернет-браузера Chrome: <https://www.google.com/intl/ru-chrome/>).

После запуска интернет-браузера необходимо в адресной строке указать адрес интернет-ресурса [www.kaznii.vh.kz](http://www.kaznii.vh.kz) и нажать клавишу ВВОД.

В результате откроется стартовая страница интернет-ресурса (рисунок 1).



**Рисунок 1** - Страница входа в систему

Система разработана с функцией геолокации, чтобы можно было определить местоположение пользователя. На экране устройства вместе с картой появятся характеристики (широта, долгота, глубина, дебит, минерализация и т.д.) ближайшего водозаборного сооружения. После этого фермеру будет доступна информация о том, сколько овец может обеспечить водой данное водозаборное сооружение в сутки, а также о том, сколько овец может обеспечить пастбищным кормом в сутки, прилегающее к водопойному пункту пастбище. Таким образом, фермер, зная свое поголовье, может определить количество скота

и сроки выпаса на конкретном пастбище, по истечении которого необходимо перегнать стадо на пастбища другого водопойного пункта.

При появлении на карте характеристик (широта, долгота, глубина, дебит, минерализация и т.д.) водозаборного сооружения около которого находится пользователь со своим смартфоном (**рисунок 2**) дается понятие, что система работает.



**Рисунок 2** - Тестирование мобильного приложения на водопойном пункте «Сабит»

Обучение фермеров пользованием мобильным приложением проводилось в полевых условиях. Для возможности самостоятельного пользования фермерами мобильным приложением разработана Инструкция пользователя по геоинформационной системе «Карта обводнительных сооружений Казахстана».

Геоинформационная система «Карта обводнительных сооружений Казахстана» была протестирована на отгонных пастбищах базового хозяйства ТОО «имени А. Сагинтаева». Оно расположено недалеко от села Ушарал Таласского района Жамбылской области. Местные фермеры были обучены пользованию картой в полевых условиях [5].

#### **Выводы**

Благодаря карте у фермера появится возможность получить комплексную оценку инфраструктуры обводнения и продуктивности пастбища и тем самым определить потенциально возможное поголовье скота и сроки выпаса на пастбищах данного водопойного пункта, по истечении которого необходимо стадо перегнать на пастбища другого водопойного пункта во избежание деградации пастбищных угодий.

#### **Список литературы**

1. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» от 10 января 2018 г. Ссылка на источник: [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president-/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-n-nazarbaeva-narodu-kazahstana-10-yanvarya-2018-g](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president-/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-n-nazarbaeva-narodu-kazahstana-10-yanvarya-2018-g)
2. Цифровизация – ключевой фактор развития агропромышленного комплекса АПК <http://www.kazpravda.kz/articles/view/tsifrovizatsiya--kluchevoi-faktor-razvitiya-apk/> от 13.02.2018
- 3 Development of a spatial decision support system for rangeland watershed management <https://reeis.usda.gov/web/crisprojectpages/0186686-development-of-a-spatial-decision-support-system-for-rangeland-watershed-management.html>
- 4 Тореханов, А.А. Использование пастбищных ресурсов Казахстана. //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2005.- №6.- С.26-28.
- 5 Разработать научно-обоснованные решения по оптимальным условиям организации обводнения пастбищ //Закл. Отчет о НИР КазНИИВХ – № BR 06249365.- Тараз, 2020. – 127с.



## INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES TO ASSESS WATER INFRASTRUCTURE AND PASTURE PRODUCTIVITY

**Tumlert V.A.**

*«Kazakh Research Institute of Water Management» LLP, Taraz, RK*

### **Abstract**

As a result of the implementation of the event, a mobile application for smartphones was created to assess the state of watering facilities (availability, technical condition, flow rate, mineralization, etc.) and productivity directly for the service areas of distilled livestock. Information about the technical characteristics of the infrastructure and productivity of watered pastures and cattle breeding with the use of advanced digital technologies and GPS equipment will enable the farmer to make optimal decisions when planning activities for the use of pasture resources.

**Keywords:** Animal husbandry, infrastructure of watered pastures, pasture productivity, watering point, digital information system, mobile application, Internet resource.

## ЖАЙЫЛЫМДЫ СУЛАНДЫРУ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ӨНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ҮШІН САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ЕНГІЗУ

**Тумлерт В.А.**

*«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Тараз қ., ҚР*

### **Аңдатпа**

Іс-шараны іске асыру нәтижесінде суландыру құрылыстарының жай-күйін (болуы, техникалық ахуалы, су шығымы, минералдануы және т.б.) және шалғайдағы мал шаруашылығына қызмет көрсету аймақтары үшін жайылым өнімділігін бағалау бойынша смартфондарға арналған мобильді қосымша құрылды. Алдыңғы қатарлы сандық технологиялар мен GPS жабдығын қолдана отырып, суландырылған жайылымдар мен шалғайдағы мал шаруашылығының инфрақұрылымының техникалық сипаттамалары мен жайылымның өнімділігі туралы ақпарат фермерге жайылым қорын пайдалану жөніндегі іс-шараларды жоспарлау кезінде оңтайлы шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді

**Кілт сөздер:** Шалғайдағы мал шаруашылығы, жайылымды суландырудың инфрақұрылымы, жайылым өнімділігі, мал суаты пункті, сандық ақпараттық жүйе, мобильдік қосымша, интернет-ресурс.

**УДК 631.67**

## НОРМИРОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ

**Цхай М.Б., Кван Ю.Р., Калдарова С.М., Кудайбергенова И.Р., Батырбаев А.А.**

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», Тараз, РК*

### **Аннотация**

Определение объемов водопотребления сельскохозяйственных культур, с учетом технических средств водоподачи для конкретного региона позволит многочисленным сельхозпроизводителям крестьянских и фермерских хозяйств, кооперативам водопользователей, другим агроформированиям Республики Казахстан обеспечить нормированную

водоподачу в соответствии с природными-климатическими условиями, провести оптимальный выбор для своих конкретных условий водосберегающих поливной техники и технологии, появившихся на внутреннем и внешнем рынках в большом разнообразии. Широкое ее внедрение заметно повысит уровень водохозяйственного производства страны в целом и сельского хозяйства в зоне орошаемого земледелия.

**Ключевые слова:** Нормирование, эвапотранспирация, оросительная норма, способы и техника полива, технология орошения.

### **Введение**

Задачей орошения является создание благоприятных условий роста и развития растений на основе биологических, физических, химических, технических и других закономерностей. Для этого определяются и используются на практике наиболее эффективные агротехнические приемы возделывания сельскохозяйственных культур, не требующие значительных затрат времени и материальных ресурсов, при сохранении экологически устойчивой и благоприятной среды, предупреждающей снижение плодородия почв.

### **Методика исследований**

Информационно-аналитическая работа в области нормирования водопотребления сельскохозяйственных культур. В процессе работы проводились предварительные исследования (сбор информационных данных, анализ обобщение, систематизация) в части нормирования водопотребления сельского хозяйства.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Норма водопотребления в орошении (оросительная норма) - расчетное количество воды требуемого качества, необходимое для мелиорации (орошения, эксплуатационных промывок и др.) одного гектара площади за период орошения с целью обеспечения заданного уровня урожайности в определенных и технико-экономических условиях.

Неравномерность выпадения и недостаточность атмосферных осадков, а также значительный приток тепловых ресурсов обуславливают высокую испаряющую способность атмосферы на территории Казахстана. Величина испаряемости, или потенциально возможного испарения, изменяется за теплый период года (апрель - сентябрь) в среднем от 5000-6000 м<sup>3</sup>/га на севере, до 15000-16000 - в зоне южных пустынь.

В основных земледельческих зонах испаряемость в 2-4, а в отдельных случаях и в 5-6 раз превышает естественную влагообеспеченность, в результате чего на сельскохозяйственных полях формируется неблагоприятный водный режим, следствием которого является низкие и неустойчивые урожаи культур.

В настоящее время оросительные нормы сельскохозяйственных культур рекомендуется принимать в соответствии с разработанными в КазНИИВХ и утвержденными приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан «Укрупненными нормами водопотребления и водоотведения в сельском хозяйстве» 2016 года.

В 2020 году по заказу КВР РК в ТОО «КазНИИВХ» было разработано «Уточнение норм водопотребления и водоотведения в сельском хозяйстве по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан с учетом изменения климата». В этом документе представлены нормативы затрат воды (брутто-поля) по ведущим сельскохозяйственным культурам по всем природным зонам при различных способах орошения. В таблице 1 в качестве примера представлены нормативы сельскохозяйственных культур по Нура-Сарыусускому водохозяйственному бассейну.

**Таблица 1 – Укрупненные нормы водопотребления при регулярном орошении сельскохозяйственных культур различными способами в вегетационный период в Нура-Сарыуском водохозяйственном бассейне**

Ку, природные зоны	Орошаемые культуры	Нормы водопотребления, м <sup>3</sup> /га								
		Почвенно-гидрогеологические области								
		автоморфные, УГВ>3 м			полугидроморфные, УГВ=2-3 м			гидроморфные, УГВ=1- 2 м		
		Уровень вероятности превышения, %								
		50	75	95	50	75	95	50	75	95
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нуринский водохозяйственный район 06.01.10										
Водохозяйственный участок 06.01.10.01										
Поверхностное орошение										
Ку=0,35- 0,30, СС	Яровые зерновые	2250	2850	3850	1600	2150	3050	1050	1550	2250
	Кукуруза на силос	2950	3600	4650	2050	2650	3450	1350	1850	2600
	Картофель	3600	4250	5400	2300	3050	4000	1500	2150	2850
Дождевание										
Ку=0,35- 0,30, СС	Яровые зерновые	2100	2650	3550	1500	2000	2800	950	1450	2100
	Кукуруза на силос	2750	3350	4300	1900	2450	3200	1200	1750	2400
	Картофель	3350	3950	5050	2150	2800	3650	1400	2000	2650
Капельное орошение										
Ку=0,35- 0,30, СС	Яровые зерновые	1800	2250	3050	1300	1700	2400	800	1200	1800
	Кукуруза на силос	2350	2900	3650	1650	2100	2750	1050	1500	2050
	Картофель	2900	3350	4350	1850	2400	3150	1150	1700	2250

*Определение водопотребления для культур по метеорологическим характеристикам.* Основой для определения оросительных норм сельскохозяйственных культур послужили многолетние экспериментальные материалы Казахского НИИ водного хозяйства и др. НИИ, полученные методом полевого опыта в различных природных зонах республики на опытно-производственных участках. Для перенесения установленных опытным путем данных в районы, неизученные или не имеющие достаточного количества опытных данных, был использован биоклиматический метод.

Исходными материалами к расчетам приняты: биологические коэффициенты культур, метеорологические по декадные показатели 275 метеостанций, расположенных в различных природных зонах (за период наблюдений 1966-2000 гг. и по данным ежегодного бюллетеня мониторинга изменения климата Казахстана за 2010-2018 гг.), а также данные по фенологии, агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур и почвенно-мелиоративным характеристикам зон Казахстана [1, 2, 3].

Оросительные нормы сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с глубоким залеганием грунтовых вод (более 3 м), на незасоленных почвах установлены по зависимости:

$$M_o = ET_{crop} - W_a - P_{ef}$$

где  $M_o$  - оросительная норма на незасоленных почвах при глубоком (>3 м) залегании грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;  $ET_{crop}$  - эвапотранспирация сельскохозяйственных культур, м<sup>3</sup>/га;  $W_a$  -

продуктивные запасы почвенной влаги, которые используются растениями, м<sup>3</sup>/га; P<sub>ef</sub> - атмосферные осадки, выпавшие за вегетационный период, м<sup>3</sup>/га.

Разработанные оросительные нормы обеспечивают поддержание в корнеобитаемом слое почвы оптимальный водный режим для продуктивного роста и развития растений и формирования высоких (близких к максимальным) урожаев орошаемых культур [4, 5, 6].

Нормы водопотребления для орошения зависят также от техники и технологии орошения, качества используемой воды, подпитывания грунтовыми водами, повторного использования отводимых вод и др.

Одной из характеристик естественной влагообеспеченности района принимают соотношение между количеством атмосферных осадков ( $R$ ), выпадающих в данной местности, и испаряемостью ( $E_n$ ) за один и тот же период (год, сезон, месяц). Коэффициент увлажнения показывает либо избыточное увлажнение ( $K_{yb} > 1$ ), если осадки превышают возможное при данной температуре испарение, либо различные степени недостаточного увлажнения ( $K_{yb} < 1$ ), если осадки меньше испаряемости.

При районировании территории республики по степени естественной увлажненности за основу принят коэффициент увлажненности ( $K_y$ ), определяемый отношением естественной влагообеспеченности за биологически активный период (сумма атмосферных осадков и доступных для растений почвенных запасов влаги) к испаряемости за тот же период:

$$K_y = \frac{\sum P_{ef} + W_a}{\sum E}$$

где  $K_y$  – коэффициент увлажненности;  $\sum P_{ef}$  – сумма атмосферных осадков за период апрель-сентябрь, м<sup>3</sup>/га;  $W_a$  – продуктивные запасы влаги в почве на начало апреля, м<sup>3</sup>/га;  $\sum E$  – суммарная испаряемость за апрель - сентябрь, м<sup>3</sup>/га.

При существующих способах и технике орошения, даже с учетом дальнейшего их совершенствования в ближайшие годы, неизбежны потери воды на поле в процессе полива на создание микроклимата, глубинную фильтрацию и сбросы. Необходимость учета потерь воды, которые происходят непосредственно на поле, вызывается тем, что они достигают больших величин (до 25% от водоподачи). Недоучет этих факторов при назначении норм орошения, приводит как правило, к занижению водообеспеченности оросительных систем и снижению продуктивности орошаемых земель.

Выбор технических средств и технологических операций по рациональному использованию водо-земельных ресурсов следует решать за счет сокращения технологических потерь оросительных вод на фильтрацию, испарение, сброс с орошаемых земель, усиления механизмов солеудаления, а также активизации процессов роста плодородия почв, сокращения сброса дренажно-сбросных вод в источники орошения, снижения до минимальных пределов рисков для окружающей среды, повышения экономической и экологической устойчивости функционирования систем орошения [7-9].

Норма водопотребления орошаемого поля (оросительная норма брутто-поля) устанавливается с учетом технологических потерь воды в процессе полива в зависимости от способа и техники полива по выражению:

$$M_{\text{бр}} = \frac{M}{\eta_n}$$

где  $M_{\text{бр}}$  – норма водопотребления, м<sup>3</sup>/га;  $M$  – оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;  $\eta_n$  – коэффициент использования поливной воды на поле.

Коэффициент использования поливной воды на поле при поверхностном орошении учитывает условия проведения поливов - спланированность орошаемого участка, уклон поля, водопроницаемость почвогрунтов, применяемую поливную арматуру (**таблица 2**).

**Таблица 2** - Коэффициент использования поливной воды при  
поверхностных способах полива ( $\eta^{\text{п}}_{\text{поля}}$ )

Условия проведения поливов	Поверхностный полив по бороздам и полосам	
	без арматуры	с арматурой
<b>Хорошие</b> - хорошая спланированность поля, уклоны оптимальные, рельеф спокойный, почвы средней водопроницаемости	0,75-0,80	0,81-0,85
<b>Средние</b> - удовлетворительная спланированность поля, уклоны средние, рельеф спокойный, водопроницаемость почв ниже и выше средней	0,70-0,75	0,75-0,80
<b>Сложные</b> - неудовлетворительная спланированность поля, участки мелкоконтурные, различной конфигурацией, уклоны большие или малые, рельеф сложный, почвы высокой и очень низкой водопроницаемости	0,65-0,70	0,70-0,75

Значения коэффициента использования поливной воды при орошении дождеванием зависят от природных зон республики, увлажненности орошаемой территории, почвенных разностей (**таблица 3**).

**Таблица 3** – Коэффициент использования поливной воды на поле при орошении дождеванием ( $\eta^{\text{д}}_{\text{поле}}$ )

Природная зона, $K_y$	Коэффициент использования воды при дождевании	
	из открытых оросителей	из закрытых сетей
Лесостепь (ЛС), засушливая степь (ЗС) $K_y=0,60-0,40$	0,80-0,85	0,85-0,90
Сухая степь (СС), полупустыня (ПП) $K_y=0,40-0,20$	0,75-0,80	0,80-0,85
Пустыня южная (Пю), предгорная полупустыня (ПГП), $K_y=0,10-0,30$	0,70-0,75	0,75-0,80
Предгорные степи (ПГС), $K_y=0,30-0,45$	0,75-0,80	0,80-0,85

Режим водоподачи при капельном орошении разработан, исходя из условия поддержания влажности почвы в зоне увлажнения на оптимальном уровне. Это достигается путем подачи воды каждому растению каплями непрерывно на протяжении всего вегетационного периода в количестве, соответствующему водопотреблению данной культуры.

Величина эвапотранспирации (суммарного водопотребления) при этом установлена по формуле с учетом технологии локального (не сплошного) увлажнения почвы:

$$ET_{\text{crop.k.o.}} = ET_{\text{crop}} \cdot K_{\text{пл}}$$

где  $ET_{\text{crop.k.o.}}$  – эвапотранспирация культуры при капельном орошении, м<sup>3</sup>/га;  $K_{\text{пл}}$  – коэффициент, учитывающий локальность увлажнения площади при капельном орошении.

Величина данного коэффициента зависит от механического состава почвы и вида возделываемых культур. При возделывании полевых культур он составляет 0,84 на легких почвах, 0,90 – на средних и 0,95 – на тяжелых почвах. При орошении садов, виноградников (ягодников) его значения равны соответственно 0,61, 0,67 и 0,73.

При этом значительно возрастает эффективность использования подаваемой воды, установленные КПД техники полива (коэффициент использования воды на поле) достигает – 0,90-0,98.

### **Выводы**

Расчет норм водопотребления для ведущих сельскохозяйственных культур проводился по выделенным природным зонам по увлажненности ( $K_u$ ); по трем почвенно-мелиоративным областям - автоморфным ( $УГВ > 3$  м), полугидроморфным ( $УГВ = 2-3$  м) и гидроморфным ( $УГВ = 1-2$  м).

Нормы водопотребления вегетационного периода рассчитывались для трех способов орошения и с учетом технологических потерь воды (коэффициент использования воды на поле) – поверхностный – 0,65-0,80, дождевание – 0,70-0,90 и капельное орошение – 0,90-0,98.

### **Список литературы**

1. Ибатуллин С.Р., Кван Р.А., Парамонов А.И., Балгабаев Н.Н. Нормирование орошения в водохозяйственных бассейнах Казахстана. – Тараз / КазНИИВХ. - 2008. – 122 с.
2. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для отдельных отраслей экономики (Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 11 октября 2016 года №431). <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014514>
3. Отраслевые нормативы удельных затрат воды при регулярном и лиманном орошении по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан. Нормативно-методическое обеспечение развития отраслей Агропромышленного комплекса /КазНИИВХ. – Астана, 2008. – 71 с.
4. Данильченко Н.В. Биоклиматические основы нормирования орошения (на примере ЦЧО, Повольжья и Северо-Кавказского регионов)//Московский государственный университет природообустройства. - М., 2009. – 187 с.
5. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник/под ред. Б.Б. Шумакова – Агропромиздат, М. 1990 – 415 с.
6. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. XI: Ирригация Казахстана: управление и водосбережение. Кн. 1: Комплекс мер по управлению и рациональному использованию водных ресурсов в орошаемой земледелии / Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н., Калашников А.А., Кван Р.А. – Алматы, 2012. – 230 с.
7. Механизация полива: Справочник / Штепа Б.Г., Носенко В.Ф., Винникова Н.В. и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
8. Справочник по механизации орошения / Штепа Б.Г. –М.: Колос, 1979. –С.50-101.
9. James E. Rakocy, Michael P. Masser, Thomas M. Losordo. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics - integrating fish and plant culture// Southern Regional Aquaculture Center. - 2006. - Ноябрь (вып. 454).

### **ҚОЛДАНЫЛАТЫН СУАРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЕСКЕРІП, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ СУДЫ ТҰТЫНУЫН НОРМАЛАУ**

**Цхай М.Б., Кван Ю.Р., Калдарова С.М., Кудайбергенова И.Р., Батырбаев А.А.**

*«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Тараз, ҚР*

### **Аңдатпа**

Нақты өңір үшін суды берудің техникалық құралдарын ескеріп, ауыл шаруашылығы дақылдарының су тұтыну көлемдерінің анықталуы, көптеген ауыл шаруашылығы өндірушілеріне, кожалық және фермерлік шаруашылықтарына, суды пайдалану кооперативтеріне, Қазақстан Республикасының басқа да агроқұрылымдарына, табиғи-климаттық жағдайларға сәйкес судың нормалап берілуіне, өздерінің нақты жағдайларына сәйкес ішкі

және сыртқы нарықта пайда болған алуан түрлі суды үнемдеудің суару техникасы мен технологиясын үйлесімді таңдауға мүмкіншілік береді. Оның кеңінен ендірілуі жалпы еліміздің су шаруашылығы өндірісінің, соның ішінде суармалы егіншілік аймағында ауыл шаруашылығының деңгейін елеулі көтеруге септігін тигізеді.

**Кілт сөздер:** Нормалау, эвапотранспирация, суармалау номрасы, суару әдістері мен техникасы, суару технологиясы.

## RATIONING OF WATER CONSUMPTION OF AGRICULTURAL CROPS CONSIDERING THE APPLIED IRRIGATION TECHNOLOGIES

**Tskhai M.B., Kwan Yu.R., Kaldarova S.M., Kudaibergenova I.R., Batyrbaev A.A.**

*LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy", Taraz, The Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

Determination of the volume of water consumption of agricultural crops, taking into account the technical means of water supply for a specific region, will allow numerous agricultural producers of peasant and farm enterprises, cooperatives of water users, other agricultural formations of the Republic of Kazakhstan to provide normalized water supply in accordance with natural conditions, to make the optimal choice for their specific conditions of water-saving irrigation equipment and technology that have appeared on the domestic and foreign markets in a wide variety. Its widespread implementation will significantly increase the level of water production in the country as a whole and agriculture in the irrigated agriculture zone.

**Keywords:** Rationing, evapotranspiration, irrigation rate, methods and technique of irrigation, irrigation technology.

**УДК 631.6:631.67**

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE WATER SECTOR OF UZBEKISTAN

**Sherov A.G., Urunboev S.K.**

*Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan,  
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent*

### **Abstract**

This article has developed the optimal options for the use of collector-drainage water as an additional source in the active layer of soil during irrigation of collector-drainage water of cotton variety "An-Bayaut-2" in Saykhunabad district of Syrdarya region, which is 567 m<sup>3</sup>/ha. water saving and high yield of cotton 4.68 c/ha, saving 13-14% of river water using innovative technologies for irrigating cotton with collector-drainage waters using the nuclear-physical method for determining the dynamics of water absorption in the active layer of soils with low salinity and additional net income in the amount of 1,150,000 UZS per hectare.

**Key words:** cotton variety An-Bayaut-2, meadow-gray soil, salinity level, ground and surface waters, various irrigation methods, groundwater mineralization, cotton yield.

### **Introduction**

The use of groundwater for irrigation of crops is one of the most important problems in the modern world. In this regard, the use of rivers and reservoirs with different levels of mineralization for irrigation is of particular importance. In this regard, including in the USA, Italy, China, India, Saudi Arabia, Russia and other developed countries, when crops are irrigated with groundwater, the

amount of salt in arable land increases, and special attention is paid to reducing the amount of salt after heavy rains or rinsing with saline. focused.

About 300 km<sup>3</sup> of collector-drainage waters (CDW) are formed in the world annually, which causes great damage to the economy and nature of all countries of the world. Therefore, special attention is paid to conducting targeted scientific research aimed at protecting water resources and eliminating the negative impact of CDN on the environment. In this regard, one of the important tasks is the development of measures for the reuse of collector-drainage water for irrigation by demineralization and disinfection or their use in combination with river water.

Currently, to prevent water shortages in the country, a comprehensive study is being carried out aimed at using water-saving irrigation technologies, improving the reclamation of irrigated lands and a high yield. The Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan for 2017–2021 sets the tasks "... to reduce energy consumption resources, to use intensive methods of agricultural production, first of all, modern water management and resource-saving methods of farming." It is important to conduct research on the use of innovative technologies, including the use of collector-drainage water as an additional source for irrigation, [1,2,3].

### **Research Methods**

Placement of field experiments and all measurements, observations and calculations using the methods of "field experiments", "neutron activation analysis", "spectrometric measurements", solving the equations of water-salt balance in irrigated areas and mathematical modeling, [4,5,6,7].

The extent to which the problem has been studied. A number of scientists, including A.N. Kostyakov, B.A. Shumakov, I.A. Sharov, A.V. Frantsev, are engaged in the development of water-saving technologies for irrigation of agricultural crops, the development of water use plans and problems of effective water use., P.G. Krotkevich, G.Yu. Sheinkin, N.A. Maksimov, H.L. Penman, A.N. Lyapin, L.F. Lukina, N.T. Laktaev, N.V. Morozov V.A.IN., V.V. Kolpakov, B.F. Kambarov, A.A. Rachinsky, N.A. Yanishevsky, M.F. Natalchuk, H.A. Akmedov, B.S. Serikbaev, F.A. Baraev, M.H. Khamidov, S.Kh. Isaev, [8,9,10,11,12,13].

Research on the use of underground and collector-drainage waters and their influence on productivity Averyanov S.F., Kovda V.A., Shumakov B.A., Engulatov I.A., Kats D.M., Lebedev A.V., Parfenova N.I., Panin P.S., Kelly, Libukhu, Gapon, Bauer, Messlenda, Villakh, Sabolcha G., Daraba K., Mirzhaionov K., Chodzhiboev N.N., Samoilenko V.G., Rabochev I.S., Kireicheva L.V., Megeladze V.S., Ovchinnikova E.V., Rachinsky A.A., Raksimbaev F.A., Bepalov N.F., Duksovny V.A., Ikramov R.K., Nasonov V., Chembarisov E.I., Razazanov O.R., Kurbanbaev E., Yakubov H.E., Gluksova T.P., Ibragimov G.A., Yakubov M.A., Yakubov Sh.Kh., Karimov A.Kh., Positive results were achieved in the work of Isaev S.Kh., [14,15,16,17,18,19,20].

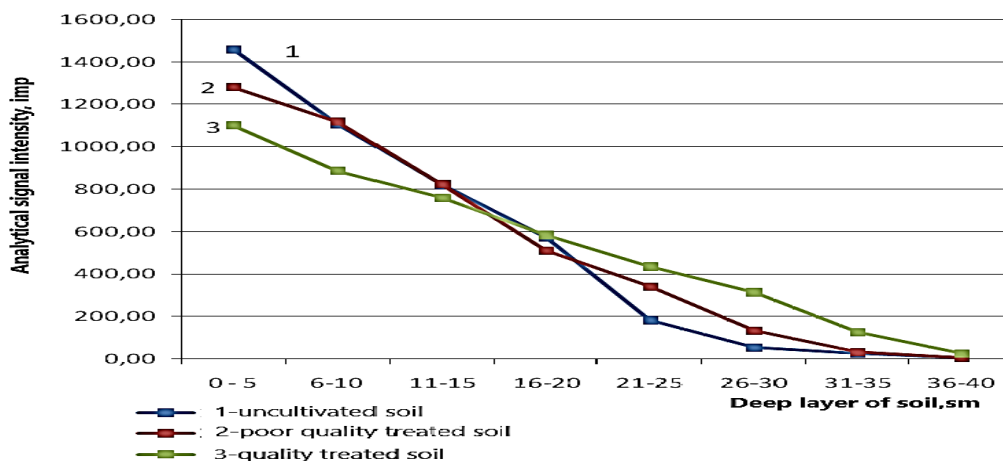
Despite the large-scale research carried out today in this area, the relationship between the level and volume of the use of collector-drainage water in the context of the use of various irrigation technologies has not been sufficiently studied. No research has been conducted on the use of innovative technologies for the effective use of collector-drainage waters in various ameliorative conditions for irrigating crops in conditions of water scarcity.

### **Research Results**

Study of the dynamics of water distribution in the area of active soil at the experimental site of the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan and in the field of the "Shorozak Nurli Kelajak" farm in the Pakhtakor State Institution of the Saykhunabad district of the Syrdarya region. In the experimental study of scientific work, the patterns of water absorption in the first irrigated method were studied in 3 options: in high-quality cultivated soil, poorly cultivated soil and uncultivated soil. Figure 1 shows a diagram describing the laws of distribution of an aqueous solution in depth in the active soil layer. Curve 1 describes the distribution of water in uncultivated soil. In the case of poor-quality mechanically cultivated soil, large lumps at a depth of 40 cm make up about 20% of the total soil volume, and the regularity of water distribution in this case is characterized by a 2-curve. Curve 3 describes the regularity of



water distribution in soil with fine cultivation along the entire depth of the curve, as well as in fine-grained soils.



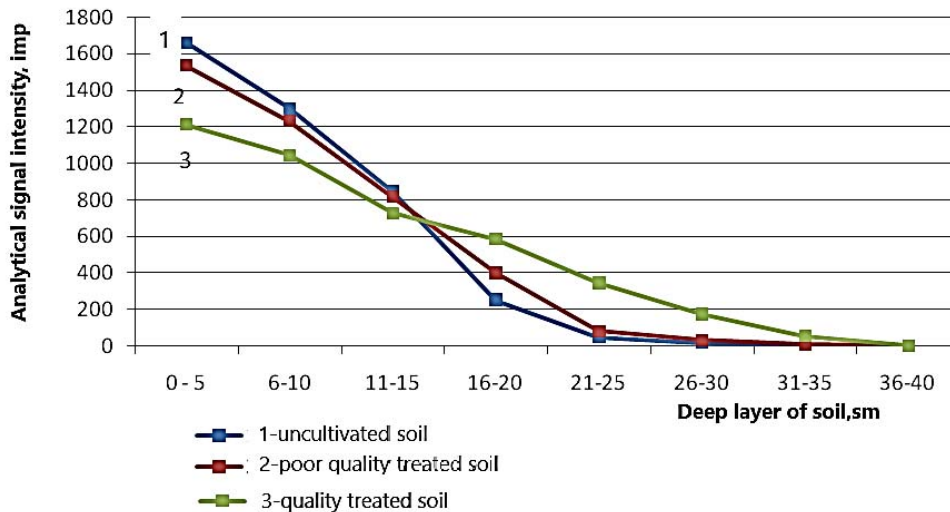
**Figure 1.** Regularities of distribution of an aqueous solution in the active layer of soil when using the irrigation method

As can be seen from **Figure 1** above, the dynamics of water distribution in the active soil layer differed from each other when the traditional irrigation method was applied with varying degrees of mechanical treatment. In untreated and poorly cultivated mechanically cultivated soils, water cannot be absorbed deeper when an average amount of water is given. In poorly cultivated soils, water absorption and uneven distribution along the soil depth were observed. Therefore, it was noted that the aqueous solution reached a depth of 30 cm at some points and did not reach it at some points. In well-cultivated soils, the amount of water absorbed to a depth of 5 cm and 10 cm differed from each other. For example, the analytical signal recorded at a depth of 5 cm in untreated soil was 1216 impulses, and in well-treated soil - 1206 impulses. At a depth of 10 cm, the recorded analytical signal was 934 pulses and 903 pulses. From a depth of 15–20 cm, water absorption began to differ depending on the type of soil. For example, the recorded analytical signal of the radioactive isotope  $^{63}\text{Cu}$  is 347 and 157 pulses, respectively, for 10 minutes at a depth of 25 cm and 35 cm with good soil cultivation and 103 and 40 pulses at the same depth in untreated soils, respectively. In these two soils  $(103 \text{ imp.} / 347 \text{ imp.}) = 0.30$ . This means that the water uptake at a depth of 25 cm in uncultivated soil was 30% of the value of the treated soil quality. The ratio of the analytical signals of the  $^{63}\text{Cu}$  radioactive isotope is 35 cm at a given soil depth  $(40 \text{ imp.} / 157 \text{ imp.}) = 0.25$ . This means that the water uptake at a depth of 25 cm from the uncultivated soil was 25% of the value of the treated soil quality. Thus, experiments show that the dynamics of water distribution in the active soil layer depends on the quality of soil cultivation.

The results showed that when using the traditional irrigation method, the use of water resources in uncultivated and poorly cultivated soils is less effective, since water remains mainly in the surface layers of the soil, for example, for large amounts of water reaching a depth of 30-40 cm will be necessary. In our experiments, it was noted that the volume of aqueous solutions was 0.05 m<sup>3</sup> per 1 m<sup>2</sup> of surface, at this flow rate (50 l/m<sup>2</sup>) the water did not reach a depth of 30-40 cm.

To further study the regularities of water distribution in the active soil layer, the second irrigation method was used - the sprinkler irrigation method. Using this method, the same volume of aqueous solution per unit area was used and experiments were performed. As in previous experiments, the experiments were carried out on 3 types of soils, non-mechanically cultivated, poorly cultivated and well-cultivated soils.

The regularity of water distribution when using the irrigation method of irrigation is shown in Figure 2 in the form of a diagram. Curve 1 describes the distribution of water in uncultivated soil. Curve 2 describes the distribution of water in poorly cultivated soils. Curve 3 describes the laws of water distribution in well-drained and fine-grained soils.

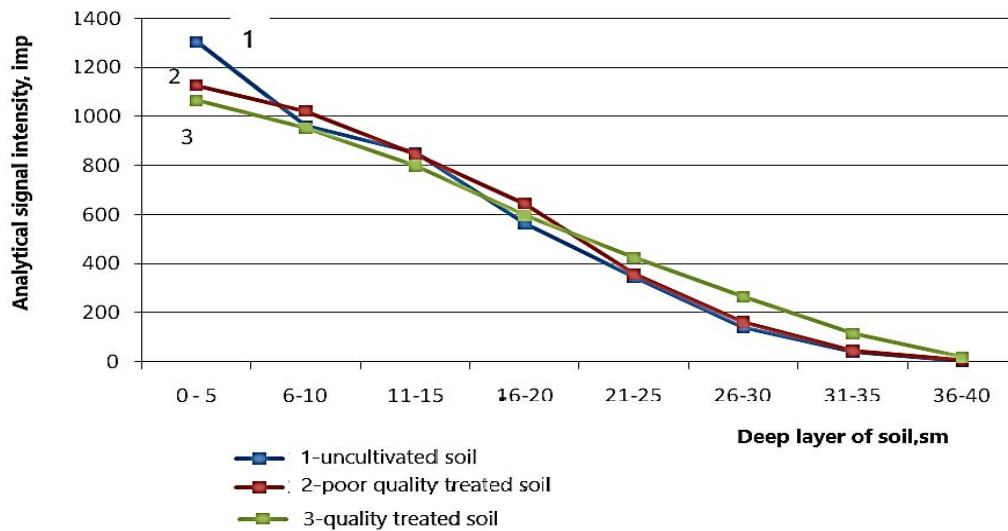


**Figure 2.** Regularities of the distribution of an aqueous solution over the depth of the soil when using the sprinkler irrigation method.

As seen in **figure 2** above, when the sprinkler irrigation method was used, watering was done through the leaves of the plants and most of the water was absorbed in the upper layers. In our experiments, an aqueous solution of radioactive elements was absorbed into the surface layers of the soil, and an aqueous solution below 20 cm was hardly detectable. Most of the aqueous solutions are absorbed at a depth of 0–10 cm from the soil. For example, at a depth of 5 cm in a well-treated soil, the analytical signal recorded by a radioactive isotope in the same time interval was 450 pulses, while in poorly treated soil at the same depth, 550 pulses, that is, more water was absorbed. At this depth, the water absorption coefficient was  $(550 \text{ imp.}/450 \text{ imp.}) = 1.22$ . This means that the water uptake at a depth of 5 cm in coarse cultivated soil was 122% of the value for good soil cultivation. The analytical signal at a depth of 15 cm with high-quality soil cultivation was 185 pulses, and with coarse cultivation at the same depth - 15 pulses, which is several times less than with high-quality soil cultivation. At a depth of 15 cm, the water absorption coefficient  $(15 \text{ imp.}/185 \text{ imp.}) = 0.08$ . This means that water absorption during irrigation at a depth of 15 cm in poorly cultivated soil was 8% of the value of the quality of cultivated soil. Based on the results of the experiments, it can be concluded that this irrigation method was effective only for agricultural crops, the root system of which is located in the surface soil layer (5-10 cm).

The results of experiments on the use of sprinkler irrigation in the presence of large lumps up to 20% with poor mechanical soil cultivation are reflected in the 2nd curve. From this curve it can be seen that with this method of irrigation, the absorption depth in some places of soils with different mechanical properties was 15-25 cm, in other places - 5-10 cm. The third modern irrigation method - drip irrigation - was also tested for a more detailed study. rules for the distribution of water in the soil. An aqueous solution of the same volume was applied per unit of soil surface as in previous experiments.

The law of water distribution in soils with different mechanical properties under drip irrigation is shown in Figure 3, where curve 1 describes water absorption in uncultivated soils, curve 2 describes water absorption in poorly treated soils, curve 3 describes water absorption in soils with good quality soil. describes. As can be seen from Figure 3, it was found that the nature of water distribution in non-mechanically treated soils when using drip irrigation corresponds to an exponential law. As a result of the slow and even dripping of water, the water use efficiency was high. In the experiments, moisture was absorbed to a depth of 30 cm or more in the soil, and most importantly, aqueous solutions of radioactive sodium and copper isotopes were distributed in the soil relatively evenly. Although the soil was not mechanically cultivated, water was absorbed deeply and evenly throughout the soil.



**Figure 3.** The law of distribution of water along the depth of the soil when using drip irrigation technology.

### Discussion

Experiments have shown that drip irrigation is the most effective with the rational use of water resources, since it absorbs water as evenly and deeply as possible, especially on high-quality cultivated soils. For example, the recorded analytical signals at a depth of 20 cm in all types of soils were practically the same: 200 imp. / Min. With drip irrigation, the water absorption coefficient in all types of soils is 1, that is, water is absorbed evenly. This even distribution of water creates favorable conditions for crops during the growing season.

Results of experiments on irrigation of cotton with collector-drainage waters in the conditions of the “Shorozak Nurli Kelajak” farm of the Pakhtakor water consumers association of the Saykhunabad District. The irrigated land of “Shorozak Nurli Kelajak” farm is 122 ha, of which 54 ha is grain and 65 ha is cotton. As a source of water, the CDW Sh-4 network with a mineralization of 1.2 g/l and a groundwater level of 1.5-3 m is used. Taking into account the geographical location of the farm territory and the lack of irrigation water in the canals, in practice, the water from the Sh-4 collector used for irrigation. Depending on the season, the average water salinity ranges from 1 to 1.6 g/l. The soils of the main areas of the farm are slightly saline, the texture of the topsoil and subsoil consists of loose soils. The size of the experimental field is 50 x 200 m, that is, 1 ha. Experimental studies were carried out in order to study the patterns of absorption of GLC in the active soil layer in order to assess the effect of collector-drainage waters (salinity 3 g/l) on irrigation in weak and moderately saline soils and their consequences.

The test area is typical for all areas of the area under consideration. V.V. Shabanov and E.P. Rudachenko used a methodology to compare areas by characteristics.

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times [1 - (1 - P_5)] \times [1 - (1 - P_6)] \times [1 - (1 - P_7)] \times [1 - (1 - P_8)]$$

Here  $P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times P_5 \times P_6 \times P_7 \times P_8$  – filtration coefficient, bulk soil density, water permeability, minimum moisture capacity, layer thickness; amount of humus in the soil, amount of salt, signs of groundwater level.

Possibility of applying the results of the experimental field in the fields of Syrdarya region  $P = 0,97 \times 0,96 \times 0,75 \times 0,82 [1 - (1 - 0,94)] \times [1 - (1 - 0,81)] \times [1 - (1 - 0,94)] = 0,69$ .

The results of the study can be applied in 69% of the areas of Syrdarya region.

$$F_p = F_{y_{MYM}} \times P = 284000 \times 0,69 = 195960 \text{ ha}$$

in this:  $F_{y_{MYM}}$  – Total area of irrigated land, ha

In field experiments to improve the technique and technology of cotton irrigation at the “Shorozak Nurli Kelajak” farm, the water consumption for the fields was 0.6–1 l/s, and the length of the fields was 150–200 m. Irrigation - 150 160 170, 200 m in length and 0.6; 0.8; Water flow rate 1.0 l/s. When the distance between the grooves was 0.9 m, the depth of the groove was 18-20 cm. The irrigation was carried out on the basis of DC and AC water supply.

The total volume of water consumption was determined by the water balance method according to the equation of academician A.N. Kostyakov:

$$E_v = M + K P_B + \Gamma + (W_B - W_O)$$

Here: total water consumption in the house, m<sup>3</sup> / ha; M - general irrigation rate, m<sup>3</sup>/ha; Utilization coefficient K-precipitation, R<sub>v</sub>-atmospheric precipitation during the growing season, m<sup>3</sup>/ha; G-the amount of groundwater use of agricultural crops during the growing season, m<sup>3</sup>/ha; W<sub>O</sub>-amount of water in the calculated soil layer at the end of the growing season, m<sup>3</sup>/ha. Amount of water in the calculated soil layer, m<sup>3</sup> / ha;

The salt balance in the irrigated area was determined according to D.M.Kats:

$$\Delta S = S_{\bar{e}} + S_{\text{cyf}} + S_{\text{ep.osti}} + S_{\text{имп}} + S_{\text{yф}} - S_{\text{ep.osti}} - S_{\text{др}} - S_{\text{хосил}}$$

Here: ΔS- changes in salt reserves; S<sub>ē</sub>, S<sub>cyf</sub>, S<sub>ep</sub>, S<sub>имп</sub>, S<sub>yф</sub> – input of salts with the help of precipitation, irrigation water, groundwater, impulse treatment and fertilization; S<sub>ep</sub>, S<sub>др</sub>, S<sub>хосил</sub> – drainage of salts by groundwater, drainage and fertility.

The irrigation rate was determined by the formula of A.N.Kostyakov:

$$m = 100 \times H \times d (\beta_{\text{кнс}} - \beta_0) \times K_m, \text{ m}^3/\text{ha}$$

A flow of water at a variable flow was supplied to ensure complete uniform wetting along the length. In the experimental variants carried out, variant 1 was the most effective with a variable flow rate for irrigated irrigation. On it: on a slope of 0.003 with a length of 150 m and a distance of 0.9 m, the depth of the ridge was 18-20 cm, uniform wetting at a flow rate of 1.0/0, 6 l/s, the variable water consumption was 0.89, and as a result, compared to the control in the vegetation, 567 m<sup>3</sup>/ha of water was saved, and the cotton yield increased by 4.68 c/ha, **table 1**.

**Table 1.** Influence of cotton irrigation with a variable flow on cotton yield, centner / ha

Versions	Identification results				Σ	X <sub>av</sub>	a±	The average c/ha on the farm
	1	2	3	4				
4 versions (constant flow)	25,61	26,43	27,14	25,64	105,82	26,45	-4,68	32,72
I version (alternating current)	31,84	30,76	30,81	31,12	124,53	31,13	+4,68	

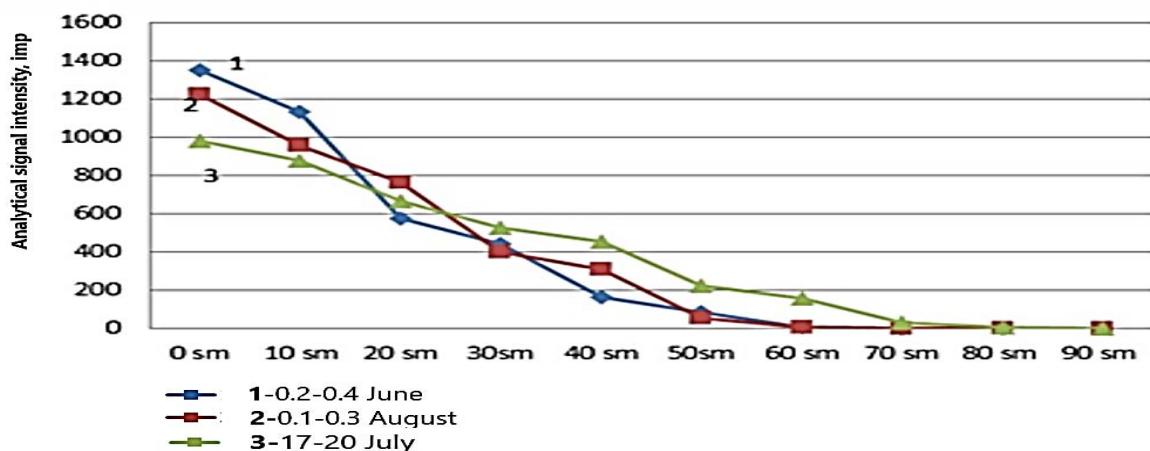
To assess the possibility of using nuclear physics methods to study the regularities of water absorption in the active layer of the soil in the experimental fields, the content of macro- and microelements in the soil was monitored using the method of neutron activation analysis. For this, samples were taken from experimental fields at a depth of 0 cm to 90 cm, dried to constant weight, and a neutron activation analysis was performed, **table 2**.

**Table 2.** The amount of macro- and microelements in soil samples of the experimental field, ( $\mu\text{g/g}$ )

Identified elements	Control plot of soil samples	Experimental 1 plot soil samples		Experimental 2 plot soil samples		Experimental 3 plot soil samples	
Sm	5.4	4.1	4.4	3.9	9.4	4.7	6.2
Mo	3.3	0.95	1.2	1.5	0.95	1.6	1.8
U	2.49	3.1	4.4	4.1	4.1	3.8	3.5
Yb	2.7	2.2	2.6	2.9	3.4	2.8	3.3
Nd	21	19	17	28	34	24	33
As	5.0	6.2	5.0	5.3	5.4	6.8	5.1
Br	2.9	3.9	3.8	4.7	3.6	4.0	3.8
Ca	81500	83400	43100	57400	85900	80400	83000
La	37	32	21	38	56	42	54
Ce	54	46	31	41	83	47	77
Th	11	8.9	7.3	9.9	10.5	9.1	11
Cr	63	55	55	66	81	54	69
Hf	9.85	4.6	3.3	8.1	10	4.4	6.4
Ba	400	390	450	460	345	430	320
Cu	490	480	265	250	490	490	450
Cs	2.5	3.4	3.5	4.5	2.3	3.5	2.3
Ni	170	150	150	140	94	210	168
Sc	13	10	11	12	13	10	13
Rb	68	76	89	89	58	78	56
Zn	52	156	130	89	55	54	52
Co	8.3	8.8	9.9	11	8.0	9.0	8.1
Fe	26000	24000	25000	29000	26000	24000	27000

As can be seen from the table, the amount of copper in the soil samples is small ( $490 \mu\text{g/g}$  or  $0.49 \text{ mg/g}$ ), which made it possible to use copper as an analytical element to study the regularities of water distribution in the active soil layer.

The results of experimental work to study the dynamics of water absorption in the active layer of soil when using the method of irrigated irrigation are shown in Figure 4 in the form of a diagram. Curve 1 describes the distribution of water in the soil on June 2-4, 2018. Curve 2 describes the distribution of water in the soil on July 17-20, 2018. Curve 3 describes the distribution of water in the soil on August 1-3, 2018.



**Figure 4.** Regular distribution of water along the depth of the soil at different times when watering cotton.

As can be seen from Figure 4, the dynamics of water distribution in the active soil layer at different times, when the usual irrigation method was used, differed significantly from each other. When fresh water mixes with the collector ditch, the distribution of water in the active soil layer is as follows: 40% water at a depth of 0-20 cm, 30% water at a depth of 20-40 cm, 20% at a depth of 40-60 cm, 10% water absorption was found at a depth of 60-90 cm.

After irradiation of soil samples with a neutron flux, measurements of the gamma spectrum were carried out to determine the amount of water absorbed in the soil, the correlation between the concentration of copper and the aqueous solution of copper sulfate used for irrigation. As an analytical signal in the experiments, copper gamma lines with energies  $E=511$  keV and  $E=1039$  keV were used. Copper concentration in soil samples was determined from the intensity of gamma radiation using known formulas.

In experiments, the concentration of copper in soil samples is directly proportional to the amount of water absorbed in this soil. This made it possible to study the patterns of absorption of aqueous solutions in soils using the existing method of irrigation.

### **Conclusions**

On the collective farm of the Pakhtakor State Institution of the Saykhunabad district of the Syrdarya region, 72% (1294 ha) of irrigated land on 1798 ha are meadow gray soils, medium sandy soils in terms of texture. The groundwater level in the farm is 1.5-3 meters, the area of their mineralization is 1-3 g/l, which is 95.7% (1722 ha). Of the total of 1,798 hectares of irrigated land on the farm, 86.5% (1555 ha) were slightly saline, 11.5% (207 ha) moderately saline and 2% (36 ha) highly saline.

The composition of macro- and microelements in soil samples of the experimental fields of the "Shorozak Nurli Kelajak" collective farm in Saykhunabad region was studied on the basis of neutron activation analysis and the following elements were determined: Ca, Fe, Mo, Ni, Zn, Co, Cu, U, Th. A quantitative analysis of elements in soil samples from experimental fields revealed that the amount of copper varied from 0.25 mg/g to 0.49 mg/g. Considering that the sensitivity of copper detection using the neutron activation analysis method is 0.02 mg/g, the use of the  $^{63}\text{Su}$  isotope for experimental studies was justified.

In the course of laboratory and field experiments, it was found that the efficiency of water use depends primarily on the irrigation method used in agriculture and the quality of soil cultivation. In irrigated soils, the absorption of 70% of water in the surface layer of the soil, that is, up to 15 cm, was determined by recording analytical signals of the radioactive isotope  $^{63}\text{Su}$ . The absorption in the lower layers is very low, for example 1-2% of the water has been found to reach a depth of 35 cm. In well-cultivated soils, the absorption of most of the water, i.e. 65%, in a layer at a depth of 10-30 cm was determined experimentally, and the absorption of 5-7% of water in the lower soil layers was from 35 cm.

The dynamics of water absorption in the active layer of slightly saline soils using collector-drainage waters with a mineralization index of 3 g/L was studied by the distribution of aqueous solutions of stable isotopes  $^{63}\text{Su}$ . On the basis of experimental studies, a nuclear-physical methodology for determining the dynamics of water absorption in the active layer of soil has been developed.

When using the traditional irrigation method, the dynamics of water distribution in the active soil layer at different times significantly differed from each other. When fresh water mixes with collector-drainage water, the distribution of water in the active soil layer is as follows: 40% of water at a depth of 0-20 cm, 30% of water at a depth of 20-40 cm, 20% at a depth of 40-60 cm, 60 At a depth of -90 cm, 10% water absorption was found.

When used with a CDW mixture with a mineralization of 3 g/l in slightly saline saline soils, option 1 - a mixture of ChDNS 70% 1: 4 (1-channel water, 4-river water, mineralization-1: 4 = 3 g/l + 4, 8 g/l = 7.8: 5 = 1.56 g/l) is the most effective option, and has been proven in field experiments to improve the efficiency of water use in agriculture without compromising the ecological state of

the area. Studies have shown that the salinity of the experimental areas did not increase; remained weak when using mineralized CDP of the same value during the season.

When irrigating the cotton crop, a drainage collector was provided with a variable water flow rate to ensure complete uniform wetting along the length of the ridge. In the experimental options carried out, option 1 was the most effective for irrigated irrigation. On it: with a slope of 0.003 at a length of 150 yards and a variable water flow of 1.0/0.6 at a distance of 0.9 m, uniform wetting was 0.89, which led to water savings of 567 m<sup>3</sup>/ha and cotton yield compared to the control option. Developed up to 4.68 c/ha.

## References

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated July 17, 2019 No PF-5742 "On measures for the efficient use of land and water resources in agriculture", Voice of Uzbekistan, 2019, #1213.
2. Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 74 of February 2, 2018 "On urgent measures to ensure the guaranteed supply of water to crops and prevent the negative consequences of water shortages in 2018", Voice of Uzbekistan, 2018, # 36.
3. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-4947 of February 7, 2017 "On the Action Strategy for the five priority areas of development of the Republic of Uzbekistan in 2017-2021", Voice of Uzbekistan, 2017, # 38.
4. Rakhym Kizdashevich Bekbaev, Nurlan, Nurmahanovich Balgabaev and Yermekul Dukenovna Zhaparkulova/Ecological Quality Assessment of Drainage Water of Irrigated Lands at SYR-Darya Middle Course/ Oriental Journal of Chemistry/ ISSN:0970-020X/2015, Vol.31-october
5. Japarkulova Y.D., Anuarbekov K.K., Kaliyeva K.E., Abikenova S.V, Radzevicius A/ Purification degrees of waste water under different irrigation regimes/ Series of geology and technical sciences 3(435), May-June 2019, Almaty NAS RK, p.96-101 ISSN 2224-5278.
6. Y.D. Zhaparkulova, K.K. Anuarbekov, L. Jurik/ environmental load norma of irrigation fields with sewage water/ news of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences/ ISSN 2224-5278. Volume 4, Number 436 (2019), 167 – 171 <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.111>.
7. Bezborodov G.A. and others. "Efficient methods of feeding of water-saving technologies of cotton-and-mineral fertilizers" // PSUEAITI Collection of materials of the international scientifically-practical conference "Selection, seeding and current trends of agrotechnology", 2016. Section II. - p. 111-115.
8. Urunboev S.K., Kurbanov B.I., Sherov A.G., "Studies of the dynamics of water absorption in soils with different types using nuclear-physical methods". International journal of multidisciplinary Research and Publications. Volum 1. Issue 11, pp.6-9. (No. A1- IJMRAP-V1N10P158Y19 Impact Factor (International Society of Indexing): 0.618).
9. Shermatov E., Isaev S.Kh., Ishchanov Zh.K., Isaev G.Kh. Rapid method for assessing the salinity of reclaimed irrigated soils -//East European Scientific Journal, Poland, 2019, 2(42) 2019, Pp.37-41.
10. Sherov A.G., Urunboev S.K., "Innovative technologies in the effective use of water resources" IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. doi:10.1088/1757-899X/883/1/012144.
11. Amanov B.T. Gadaev N.N. Ahmedjonov D.G. Zhaparkulova E. 2020 Mathematical calculations of water saving during furrow irrigation of cotton using a screen from an interpolymer complex International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019; Moscow; Russian Federation; 13-15 November 2019, Journal of Physics: Conference Series 1425(1) 012120.

### ***Acknowledgments***

*This research work contributes to the development of science and technology in the country. We are grateful to the management of the "Shorozak Nurly Kelajak" farm and the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan in the Saykhunabad district of the Syrdarya region for carrying out these experiments in the priority direction "Agriculture, biotechnology, ecology and environmental protection".*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА**

**Шеров А.Г., Урунбоев С.К.**

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства, Ташкент, Узбекистан*

### **Аннотация**

В данной статье разработаны оптимальные варианты использования коллекторно-дренажных вод как дополнительный источник в активном слое почвы при орошении коллекторно-дренажными водами хлопчатника сорта "Ан-Баяут-2" в Сайхунабадском районе Сырдарьинской области. С использованием инновационных технологий орошения водосбережение хлопчатника коллекторно-дренажными водами составляет 567 м<sup>3</sup>/га, урожайность хлопчатника высокая - 4,68 ц/га, экономия воды - 13-14%. С использованием ядерно-физического метода для определения динамики водопоглощения в активном слое почв с низкой минерализацией дополнительный чистый доход в размере 1 150 000 сум с гектара.

**Ключевые слова:** сорт хлопчатника Ан-Баяут-2, лугово-серая почва, уровень засоления, грунтовые и поверхностные воды, различные методы орошения, минерализация подземных вод, урожайность хлопчатника.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА ӨЗБЕКСТАННЫҢ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**Шеров А.Г., Урунбоев С.К.**

*Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру  
инженерлері институты, Ташкент, Узбекистан*

### **Аңдатпа**

Бұл мақалада Сырдария облысы, Сайхунабад ауданындағы «Ан-Баяут-2» сұрыпты мақтаны коллекторлық-дренаждық сумен суару кезінде топырақтың белсенді қабатындағы қосымша көз ретінде коллекторлық-дренаждық суларды пайдаланудың онтайлы нұсқалары берілген, мұнда суару суының үнемделуі 567 м<sup>3</sup>/га құрайды және мақтаның жоғары өнімділігі - 4,68 ц/га болды. Минералдануы төмен топырақтың белсенді қабатындағы су сіңіру динамикасын анықтау үшін ядролық-физикалық әдісті, сонымен қатар, мақтаны қашыртқы-кәріз суымен суарудың инновациялық технологияларын пайдалана отырып, суды 13-14% үнемдеп және гектарына 1 150 000 сум мөлшерінде қосымша таза кіріс алынды.

**Кілт сөздер:** мақта сорты Ан-Баяут-2, шалғынды-сұр топырақ, тұздану деңгейі, жер асты және жер үсті сулары, суарудың әртүрлі әдістері, жер асты суларының минералдануы, мақтаның шығымдылығы.



## УСТОЙЧИВОЕ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

УДК 556.38:574

### СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСТАНА

**Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж.**

*Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина,  
Алматы, Республика Казахстан*

#### **Аннотация**

Для Казахстана подземные воды являются одним из важнейших полезных ископаемых, стратегическим ресурсом водной безопасности. Неравномерность распределения поверхностных водных ресурсов по территории республики создает дефицит в пресных водах, который может быть перекрыт путем рационального использования ресурсов подземных вод, так как они характеризуются более высоким качеством, наиболее защищены от загрязнения и имеют более широкое распространение. Величина прогнозных ресурсов пресных и слабосоленых подземных вод сопоставима с величиной среднесезонного местного поверхностного стока и превышает значение располагаемых к использованию ресурсов поверхностных вод. Разведанные эксплуатационные запасы подземных вод составляют до 37% от величины прогнозных ресурсов пресных вод. По данным национальной геологической службы Казахстан имеет перспективы в 3-х кратном приросте запасов подземных вод. Отмечается невысокая доля использования ресурсной базы подземных вод в сельском хозяйстве по сравнению с развитыми странами Европы и Азии. На современном уровне общий забор подземных вод не превышает 6,0% от эксплуатационных запасов и 2,2% от прогнозных ресурсов пресных вод. Отбор подземных вод для регулярного орошения и обводнения пастбищ составляет 2,5% от эксплуатационных запасов, разведанных для орошения земель. Широкое использование подземных вод открывает для республики большие возможности в сельском хозяйстве для увеличения площадей регулярного орошения и обводненных пастбищ.

**Ключевые слова:** подземные воды, водохозяйственные бассейны (ВХБ), Республика Казахстан, прогнозные ресурсы, эксплуатационные запасы, орошение земель, обводнение пастбищ, сельскохозяйственное водоснабжение.

#### **Введение**

Подземные водные ресурсы, как составная часть водного фонда и как наиболее ценное полезное ископаемое, представляют важный стратегический ресурс национальной безопасности и устойчивого развития любого государства. Они являются наиболее добываемым сырьем в мире с суммарной величиной водоотбора порядка 982 км<sup>3</sup>/год (31,14 тыс. м<sup>3</sup>/с), при величине ежегодно возобновляемых ресурсов - 12700 км<sup>3</sup>/год (402,7 тыс. м<sup>3</sup>/с) [1]. Подземные воды составляют до 20% от общего объема используемых вод, и эта цифра быстро растет, в особенности, в засушливых регионах. Только в 20-м веке добыча подземных вод возросла в 5 раз и продолжает увеличиваться. Около 60% мирового объема добываемых подземных вод используется для сельского хозяйства, до 38% орошаемых земель. Остальная часть распределяется почти поровну между бытовыми нуждами населения и промышленным сектором [2]. Возрастающее использование подземных вод связано с дефицитом чистой пресной поверхностной воды. Это объясняется тем, что подземные воды, как источник водоснабжения, имеют ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами. Прежде

все подземные воды, как правило, обладают лучшим качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения, меньше подвержены сезонным и многолетним колебаниям и в большинстве случаев их использование не требует дорогостоящих мероприятий по водоочистке. За последние 25-30 лет в мире было пробурено более 300 млн. скважин для добычи воды.

### **Методика и объект исследований**

Для Казахстана подземные воды являются одним из важнейших полезных ископаемых, стратегическим ресурсом водной безопасности. Все крупные реки страны трансграничны, зарегулированы соседними государствами, крайне неравномерно распределены по территории и загрязнены. Общий объем речного стока составляет до  $101 \text{ км}^3$  в год, из них 56% формируются в пределах страны, а остальные 44% – за счет притока с территорий сопредельных государств. Распределение поверхностных водных ресурсов по территории Казахстана крайне неравномерно, а по объему подвержено значительной изменчивости по годам и сезонам года. Основная часть водных ресурсов приходится на бассейны транзитных рек – Ертис, Иле, Сырдарии, Жайыка. Практически отсутствует местный поверхностный сток на территории Мангистауской и Атырауской областей.

Использовать поверхностный сток полностью невозможно, так как значительную его часть составляют обязательные попуски в сопредельные страны, потери на испарение и фильтрацию, экологические санитарные попуски в низовья рек и прочие потери стока. Согласно расчётам, суммарная величина затрат стока в целом по Казахстану составляет до  $55 \text{ км}^3/\text{год}$ , т.е. величина располагаемых к использованию ресурсов поверхностных вод в целом по Казахстану достигает немногим более  $46 \text{ км}^3/\text{год}$  от среднемноголетнего стока. Для решения проблем устойчивого водообеспечения государства важное значение имеет величина располагаемых к использованию поверхностных вод в маловодные годы 95 % обеспеченности, которая составляет до  $30 \text{ км}^3/\text{год}$ . В разрезе ВХБ наибольшими величинами располагаемых ресурсов в маловодные годы характеризуются Арало-Сырдаринский, Балхаш-Алакольский и Ертиский, наименьшими – Нура-Сарысуский, Тобыл-Торгайский, Есильский и Жайык-Каспийский [3].

Неравномерность распределения поверхностных водных ресурсов по территории республики, особенно располагаемых к использованию ресурсов поверхностных вод, создает дефицит в пресных водах, который может быть перекрыт путем рационального использования ресурсов подземных вод, так как они характеризуются более высоким качеством, наиболее защищены от загрязнения и имеют более широкое распространение.

### **Основные результаты исследований**

Казахстан достаточно богат подземными водами. Суммарная величина прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до  $10 \text{ г/л}$  составляет немногим более  $64 \text{ км}^3/\text{год}$ , в том числе: пресных вод (до  $1,0 \text{ г/л}$ ) –  $40,4 \text{ км}^3/\text{год}$ , а слабосоленоватых ( $1,0-3,0 \text{ г/л}$ ) –  $16,4 \text{ км}^3/\text{год}$ . В целом прогнозные ресурсы пресных и слабосоленоватых подземных вод оцениваются в  $56,8 \text{ км}^3/\text{год}$ , что сопоставимо с величиной среднемноголетнего местного поверхностного стока и превышает значение располагаемых к использованию ресурсов поверхностных вод от среднемноголетнего стока в 1,2 раза, а для маловодного года – в 1,9 раз [4, 5].

Целесообразность использования ресурсов подземных вод может быть определена только на основании данных об их эксплуатационных запасах, которые определяют их сущность как полезного ископаемого. На территории республики разведано более 3000 месторождений и участков подземных вод, эксплуатационные запасы которых составляют порядка  $15 \text{ км}^3/\text{год}$  или 37% от величины прогнозных ресурсов пресных вод [5]. По целевому назначению для хозяйственно-питьевого утверждено  $6,0 \text{ км}^3/\text{год}$  а для орошения земель –  $8,0 \text{ км}^3/\text{год}$ . По данным национальной геологической службы Казахстан имеет перспективы в 3-х кратном приросте запасов подземных вод.

Состояние и перспективы использования подземных вод для сельского хозяйства проанализированы в целом по Казахстану и применительно к 8-ми ВХБ. При этом, за

расчетные уровни приняты: базовый – 1990 год, период наиболее стабильного и максимального использования водных ресурсов; современный – 2016-2018 годы, отражающий текущее состояние водопотребления; перспективный – 2030 и 2040 годы.

В базовом 1990 году, забор из природных водных объектов на нужды отраслей экономики составил  $35,6 \text{ км}^3$ , в том числе подземных вод –  $2,7 \text{ км}^3$ . Водоотбор на нужды сельского хозяйства  $26,6 \text{ км}^3$  или 75,0% от суммарного водозабора. Поверхностный сток являлся основным водоисточником регулярного орошаемого земледелия, на нужды которого отобрано  $21,5 \text{ км}^3$  (81,0%). На нужды сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ забор воды составлял до  $1,1 \text{ км}^3$ , в том числе из подземных источников - менее  $0,6 \text{ км}^3$ .

На современном уровне, по данным статотчетности, общий забор подземных вод немного превышает  $0,9 \text{ км}^3/\text{год}$  или 6,0% от эксплуатационных запасов и 2,2% от прогнозных ресурсов пресных вод. Отбор подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения оценивается в  $0,36 \text{ км}^3/\text{год}$  или 6,0% от эксплуатационных запасов хозяйственно-питьевого назначения, а для орошения земель и обводнения пастбищ –  $0,2 \text{ км}^3/\text{год}$  или 2,5% от эксплуатационных запасов, разведанных для орошения земель. Данные показатели характеризуют низкую долю использования ресурсной базы подземных вод по сравнению с развитыми странами Европы и Азии [5].

Перспективное использование подземных вод рассмотрено согласно Генеральной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов, утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан от 08.04.2016 г. № 200 [6]. Прогнозная величина забора воды из на нужды отраслей экономики оценена на 2030 г. в  $22,14 \text{ км}^3/\text{год}$ , а на 2040 г. в  $23,26 \text{ км}^3/\text{год}$ , в том числе подземных вод –  $1,61 \text{ км}^3/\text{год}$  (2030 г.) и  $1,92 \text{ км}^3/\text{год}$  (2040 г.) или, соответственно, 7,3% и 8,3% от суммарного водоотбора. В разрезе ВХБ наибольшая доля использования подземных вод прогнозируется для Нура-Сарысуйского бассейна (22%), Тобол-Торгайского (до 15%), Балхаш-Алакольского и Есильского бассейнов (до 12%); наименьшая – для Арало-Сырдарьинского, Ертисского, Жайык0Каспийского и Шу-Таласского бассейнов (6-8%). Средний по республике перспективный отбор из подземных источников не превышает 5,0% от прогнозных ресурсов пресных вод и 13% от разведанных эксплуатационных запасов.

На нужды сельского хозяйства прогнозный водозабор достигает 71% от суммарного и составит, соответственно, на 2030 г. и 2040 г.  $15,8 \text{ км}^3/\text{год}$  и  $16,4 \text{ км}^3/\text{год}$ , в том числе, на: регулярное орошение -  $12,1 \text{ км}^3/\text{год}$  и  $12,3 \text{ км}^3/\text{год}$  (до 77,0%); сельскохозяйственное водоснабжение –  $0,54 \text{ км}^3/\text{год}$  и  $0,67 \text{ км}^3/\text{год}$  (до 4,0%) и обводнение пастбищ –  $0,15 \text{ км}^3/\text{год}$  (до 1,0%). В целом, перспективный забор воды для сельского хозяйства не превышает 62% от соответствующего водоотбора на базовый 1990 г., в том числе: на регулярное орошение – немногим более 57%, на сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ – до 80%.

Использование подземных вод для регулярного орошения за период 2005-2008 гг. сократилось от  $0,013 \text{ км}^3/\text{год}$  до  $0,008 \text{ км}^3/\text{год}$ , с 2010 г. наблюдается повышение до  $0,011 \text{ км}^3/\text{год}$ , а в 2015-2020 гг. – от  $0,012 \text{ км}^3/\text{год}$  до  $0,014 \text{ км}^3/\text{год}$ , что соответствует лишь 0,2% от разведанных эксплуатационных запасов подземных вод для орошения земель. Тем самым, дальнейшие возможности увеличения площадей регулярного орошения связаны, в основном, с широкомасштабным освоением водных ресурсов недр [5, 6].

Добыча подземных вод для сельскохозяйственного водоснабжения в период с 2005 по 2020 гг. увеличивалось от  $0,17 \text{ км}^3/\text{год}$  до  $0,24-0,33 \text{ км}^3/\text{год}$ , и перспективе подземные воды должны полностью покрыть водопотребности сельских населенных пунктов.

На конец 80-х годов прошлого столетия площадь обводненных пастбищ составляла 143,6 млн.га, для чего было оборудовано 36 тыс. шахтных колодцев и 24 тыс. трубчатых колодцев, 8 тыс. прудов и копаней, 50 тыс.км каналов и 2,2 тыс.км обводнительных водопроводов. Фактический водоотбор подземных вод для обводнения пастбищ в этот период составил  $0,42 \text{ км}^3/\text{год}$ , то есть превышал в 2,8 раз перспективный (на 2030-2040 гг.).

Фактически суммарный забор воды из природных водных объектов для обводнения пастбищ по сравнению с базовым 1990 годом снизился более, чем в 6 раз, а отбор подземных вод – более, чем в 3 раза. При этом, обводненными числятся 111,2 млн. га естественных пастбищных угодий, при том, что вышедшие из строя обводнительные сооружения не реконструируются, новые взамен не строятся, обводненная площадь не списывается. Для развития отгонного животноводства планируется восстановить и обводнить до 25 млн. га пастбищ и довести величину отбора подземных вод до 0,36-0,4 км<sup>3</sup>/год, то есть выйти на уровень советского периода.

Таким образом, для решения проблем устойчивого развития отечественного сельского хозяйства необходимо разработать национальную стратегию рационального освоения ресурсов подземных вод, которая должна включать несколько направлений реализации.

1. Региональные гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические исследования и создание современной картографической основы рационального управления подземной гидросферой с использованием современных, нетрадиционных технологий картирования.

2. Проведение гидрогеохимических исследований для выявления, оценки динамики и тенденций изменений химических показателей подземных вод различного целевого назначения под влиянием природно-климатических изменений и антропогенных нагрузок.

3. Применение при гидрогеологических исследованиях современных методов математического и геоинформационного моделирования. Наиболее эффективно это может быть реализовано на основе использования системы постоянно действующих разномасштабных численных моделей, позволяющих обеспечивать оперативную оценку состояния подземных вод и принятие управленческих решений.

4. Разработка отраслевой целевой научно-технической программы, направленной на обеспечение эффективного управления комплексным освоением водных ресурсов недр для устойчивого водообеспечения сельского хозяйства Казахстана на основе мирового и отечественного опыта.

#### **Выводы**

Дальнейшее социально-экономическое развитие республики и ее водная безопасность невозможны без использования подземных вод, которые являются наиболее ценным полезным ископаемым и важным стратегическим ресурсом государства. Неравномерность распределения поверхностных водных ресурсов по территории страны создает дефицит в пресных водах, который может быть перекрыт путем рационального использования водных ресурсов недр, так как они характеризуются более высоким качеством, наиболее защищены от загрязнения и имеют более широкое распространение. Широкое использование подземных вод открывает для республики большие возможности в сельском хозяйстве для увеличения площадей регулярного орошения и обводненных пастбищ.

#### **Список литературы**

1. Margat, J., and J. van der Gun. 2013. Groundwater around the World. CRC Press/Balkema.
2. Vrba, J., and J. van der Gun. 2004. The World's Groundwater Resources. [http://www.un-igrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil\\_Id=126](http://www.un-igrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=126).
3. Водные ресурсы Казахстана. Справочник. – Алматы. НИЦ «Ғылым», 2002. 596 с.
4. Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Ресурсы подземных вод Республики Казахстан // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Т. VIII. – Алматы, 2012. – 632 с.

5. Рациональное использование и охрана подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений // Под ред. Абсаметова М.К. – Алматы, Print Exhress, 2020. – 280 с.

6. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 08.04.2016 г. № 200.

## STATE AND PROSPECTS OF GROUNDWATER USING FOR AGRICULTURE IN KAZAKHSTAN

**Absametov M.K., Murtazin E.Zh.**

*Ahmedsaf in Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience,  
Almaty, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

For Kazakhstan, groundwater is one of the most important minerals, a strategic resource for water security. The uneven distribution of surface water resources across the territory of the republic creates a shortage in fresh water, which can be covered by the rational use of groundwater resources, since they are characterized by a higher quality, are most protected from pollution and are more widespread. The amount of the predicted fresh and slightly saline groundwater resources is comparable to the magnitude of the average long-term local surface runoff and exceeds the value of available surface water resources. The explored exploitable groundwater reserves make up 37% of the predicted fresh water resources. According to the National Geological Survey, Kazakhstan has prospects for a 3-fold increase in groundwater reserves. There is a low share of the use of the groundwater resource base in agriculture in comparison with the developed countries of Europe and Asia. At the current level, the total intake of groundwater does not exceed 6.0% of operational reserves and 2.2% of predicted fresh water resources. Groundwater withdrawal for regular irrigation and irrigation of pastures is 2.5% of the exploitable reserves explored for irrigation. The widespread use of groundwater opens up great opportunities for the republic in agriculture to increase the areas of regular irrigation and watered pastures.

**Key words:** groundwater, water basins, the Republic of Kazakhstan, predicted resources, operational reserves, land irrigation, watering of pastures, agricultural water supply.

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ҮШІН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН КҮЙІ МЕН ПАЙДАЛАНУДАҒЫ ТИІМДІЛІГІ

**Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж.**

*У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Алматы,  
Қазақстан Республикасы*

### **Аңдатпа**

Қазақстан үшін жер асты сулары ең маңызды пайдалы қазбалардың бірі және су қорғаудағы стратегиялық ресурсы болып табылады. Республика аумағы бойынша жер бетіндегі су ресурстарының біркелкі таралмауы тұщы сулардың жетіспеушілігін тудырады, оны жер асты су ресурстарын ұтымды пайдалану арқылы бұғаттауға болады, өйткені олар жоғары сапамен сипатталады, ластанудан барынша қорғалған және кең таралған. Тұщы және шамалы тұзды жер асты суларының болжамды ресурстарының шамасы орташа көп жылдық жергілікті жер үсті суының өту шамасымен салыстыруға болады және пайдалануға берілген ресурстардың мәнінен асып түседі. Барланған жер асты суларының пайдалану қорлары тұщы судың болжамды ресурстарының шамамен 37% құрайды. Ұлттық геологиялық зерттеулердің

деректері бойынша Қазақстанның жер асты су қорларының 3 есеге өсу мүмкіншілігіне ие. Дамыған Еуропа мен Азия елдерімен салыстырғанда ауылшаруашылығындағы жер асты суларының ресурстық базасын пайдаланудың үлесі төмен. Заманауи деңгейде жер асты суларын жалпы пайдалану қорларының 6,0%-ынан және тұщы судың болжамды ресурстарының 2,2%-ынан аспайды. Егістіктер мен жайылымдарды жүйелі түрде жер асты суларымен қамтамасыз ету үшін, барланып пайдалануға берілген суармалы су қорларының 2,5%-ын құрайды. Жер асты суларын кеңінен пайдалану республика үшін ауыл шаруашылығында жүйелі суару алқаптары мен суармалы жайылымдарды ұлғайту үшін үлкен мүмкіндіктер ашады.

**Кілт сөздер:** жер асты сулары, су шаруашылығы бассейндері (СШБ), Қазақстан Республикасы, болжамды ресурстар, пайдалану қорлары, алқаптарды суару, суармалы жайылымдар, ауыл шаруашылығын сумен қамту.

**УДК 556.048**

## РЕСУРСЫ РЕЧНОГО СТОКА КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А.**

*АО «Институт географии и водной безопасности» МОН РК, г. Алматы*

### **Аннотация**

Исключительно высокая пространственно-временная изменчивость речного стока и значительность его трансграничной составляющей на порядки усугубляет проблему водообеспечения республики. Вследствие невыгодного географического положения в низовьях трансграничных бассейнов рек, Республика Казахстан в значительной степени зависит от водохозяйственной деятельности в сопредельных странах. В статье рассматривается современное изменение ресурсов речного стока Казахстана, с учетом климатических и антропогенных влияний. Для оценки влияний хозяйственной деятельности на речной сток и изменений климатически-обусловленного стока были использованы комплексные интегральные методы, разработаны соответствующие методологии. Полученные результаты современного влияния комплекса факторов, а также их значения на перспективу к 2030 г. возможно использовать для разработки научно-обоснованных решений устойчивого управления и защиты водных ресурсов.

**Ключевые слова:** речной сток, влияние хозяйственной деятельности, прогноз речного стока, трансграничные водные проблемы

### **Введение**

По оценкам многих ученых мира, безопасность водоснабжения находится под угрозой для 80 % населения земного шара, и перспектива наступления кризиса водных ресурсов к 2070 г. становится реальной. Нагрузка на мировые запасы пресной воды в XXI веке достигла беспрецедентного уровня. По мнению гидролога Г. Уитера, такие тревожные прогнозы подчеркивают необходимость отказа от прежних подходов к использованию водных ресурсов, которое зависит не только от достижений науки, но и от политики, управления и общественных ценностей [1].

В результате потепления климата в засушливых районах Центральной Азии происходит устойчивое сокращение ледников Тянь-Шаня и уменьшение их ледниковых коэффициентов. В горных системах Казахстана также наблюдается сокращение количества и размеров ледников. По отдельным исследованиям в течение ближайших десятилетий

вследствие глобального потепления климата водные ресурсы основных рек Казахстана могут сократиться на 20–40% [2-4].

ВМО выделила четыре уровня стресса, связанного с дефицитом воды. По этой градации к четвертому, самому высокому уровню стресса относятся территории, где используется более 40% имеющихся запасов воды, здесь вода потребляется с интенсивностью, превышающей естественное восполнение [5]. В Казахстане эта градация превышает в пяти из восьми водохозяйственных бассейнах (ВХБ), а в Шу-Таласском и Нура-Сарысуйском ВХБ этот индекс составляет 0,98 и 1, т.е. в употреблении оказывается весь речной сток. Исключительно высокая пространственно-временная изменчивость речного стока и значительность его трансграничной составляющей на порядки усугубляет проблему водообеспечения республики. Вследствие невыгодного географического положения в низовьях трансграничных бассейнов рек, Республика Казахстан в значительной степени зависит от водохозяйственной деятельности в сопредельных странах: Китай, Узбекистан, Кыргызстан, Россия [6,7].

#### **Методика исследований**

Практически во всех странах мира по характеристикам речного стока оцениваются величина возобновляемых водных ресурсов, их динамика во времени и распределение по территории. Сток речных систем обеспечивает основной объем водопотребления в мире, определяет степень водообеспеченности территории и населения, избыток и дефицит водных ресурсов. Речной сток в процессе круговорота в значительной мере восстанавливает качество пресной воды за счет естественного самоочищения, которым обладают речные системы.

Водно-ресурсный потенциал речных вод можно охарактеризовать следующими тремя показателями: *естественные* (климатические) ресурсы, *имеющиеся* ресурсы, *фактические* (трансформированные под воздействием антропогенной нагрузки) ресурсы.

Под *естественными* подразумевается ежегодно возобновляемые потенциальные ресурсы речного стока какой-либо территории. Часть водосборных бассейнов рек Казахстана расположены на территории соседних стран. Поэтому, несмотря на ежегодные возобновления, рассчитывать на приток из-за пределов страны естественного стока нельзя. И в таких условиях приходится оперировать *имеющимися* ресурсами, под которыми подразумеваются ежегодно возобновляемые местные *естественные* ресурсы и *фактический* приток речного стока из-за пределов страны, трансформированные под влиянием антропогенного воздействия. Таким образом, *имеющиеся* ресурсы характеризуют ежегодный водный потенциал страны.

Кроме того, для достаточно четкого представления состояния ресурсов, необходимо знание *антропогенного изменения местного, и суммарного стока*. В этом случае показателем служат *фактические ресурсы* – ресурсы, трансформированные под антропогенным воздействием, как притока из-за пределов страны, так и местных, собственных, а также трансформация суммарного стока в руслах основных трансграничных рек на территории РК.

В настоящее время при определении изменения количественных характеристик водных ресурсов широко используется понятие «водный стресс» (water stress) или коэффициент использования водных ресурсов. Водный стресс определяется соотношением забора воды из поверхностных водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам [8,9]. Коэффициент использования водных ресурсов, который нашел применение в работах ученых России и бывших союзных республик [10,11], рассчитывается как отношение объема водопотребления к водным ресурсам соответствующей обеспеченности.

Для оценки антропогенной нагрузки нами разработана методика, основанная на комплексном применении разнообразных приемов:

Статистические методы - в основе которых лежит совместный анализ многолетних колебаний стока и естественных факторов, а также динамики хозяйственной деятельности в бассейне. К ним относятся приемы и способы восстановления естественного стока за период с нарушенным водным режимом с помощью уравнений регрессии, связывающих величину

стока в рассматриваемом створе. Восстановленные ряды сравниваются с фактическими и на основе этого выявляется и оценивается изменение речного стока, вызванное хозяйственной деятельностью.

Воднобалансовый метод - расчеты выполняются на основе данных по учету использования воды и изменений элементов водного баланса в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности.

Оценка изменений водных ресурсов на долгосрочную перспективу является ключевой проблемой гидрологии. В настоящее время исследованию изменений климата посвящено большое число работ [12-14]. Так широко известная Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 2014 г. выпустила свой Пятый оценочный доклад. Весьма вероятно, что к концу этого столетия средняя глобальная температура повысится на 1-2°C по сравнению с уровнем 1990 г. и на 1,5-2,5°C по сравнению с доиндустриальной эпохой. Продолжится потепление океанов и таяние льдов. По оценкам, к 2065 г. среднемировой уровень моря повысится на 24-30 см., а к 2100 г. - на 40-63 см по сравнению с уровнем 1986-2005 гг. Большинство последствий изменения климата будет сохраняться на протяжении нескольких столетий, даже если выбросы парниковых газов полностью прекратятся [13,14].

Сверхдолгосрочные прогнозы могут быть составлены также на основе эмпирических зависимостей стока рек от метеорологических факторов в частности от ожидаемых значений осадков и температуры воздуха полученные на основе модели МОЦАО, прогнозы стока на основе модели формирования стока [15-17]. В этих работах стокообразующие факторы учитываются на основе физико-математической модели формирования стока, разработанные в Институте водных проблем Российской академии наук и РГП «Казгидромет», имеется также опыт в прогнозировании водных ресурсов отдельных районов Казахстана в пределах водохозяйственных бассейнов с использованием моделей МОЦАО на основе спрогнозированных значений атмосферных осадков и температуры [18-19].

#### **Результаты и их обсуждение**

*Поверхностные водные ресурсы.* Речной сток Казахстана составляет, впрочем, как и в других регионах планеты, значимую часть (около 85-95%) ежегодно возобновляемых ресурсов воды, а их доля в использовании в экономике достигает до 95%. Практически ежегодно возобновляемые ресурсы пресных поверхностных вод страны представлены речным стоком [6, 7,20,21].

На рисунке 1 представлены фактические показатели ресурсов речного стока. Фактические суммарные ресурсы поверхностных вод Казахстана за современный период составили 90,1 км<sup>3</sup>/год, из которых 54,5 км<sup>3</sup>/год - местный сток, 50,8 км<sup>3</sup>/год поступили из сопредельных государств (из них 3,70 возвратные ресурсы): из Китая - 21,4 км<sup>3</sup> (по р. Иле 12,8 км<sup>3</sup>, по р. Емель 0,27 км<sup>3</sup>, по р. Ертыс 8,32 км<sup>3</sup>), из Узбекистана - 16,9 (по р. Сырдария 15,0 км<sup>3</sup>, по каналам переброски 1,90 км<sup>3</sup>), из Кыргызстана - 3,14 км<sup>3</sup> (по рр. Шу, Талас, Ассы 2,77 км<sup>3</sup>, по р. Каркара 0,37 км<sup>3</sup>), из России - 9,31 км<sup>3</sup> (по рр. Жайык, Волга, Шаган, Сарыозен, Караозен 8,86 км<sup>3</sup>, по р. Тобыл 0,45 км<sup>3</sup>).

На сегодня в Казахстане существуют как внешние, так и внутренние угрозы изменения речного стока, которые усугубятся в ближайшей перспективе [3,7] и можно подразделить следующим образом:

1) *Внешние угрозы трансграничные водно-ресурсные.* Уменьшение объема притока трансграничных рек: - вследствие глобальных и региональных изменений климата;

2) Изменения режима стока трансграничных рек:  
-вследствие зарегулированного притока воды по трансграничным рекам, связанные с условиями водопользования в верховьях;

2. *Внутренние угрозы сокращения ресурсов речного стока.*

1). Уменьшение объема стока рек:

- вследствие сокращения притока воды по трансграничным рекам.

2). Изменение режима стока рек:



- вследствие глобальных и региональных изменений климата

3). Истощение ресурсов речного стока. Хозяйственный спрос на речную воду в РК удовлетворяется за счет местного и суммарного стока.

Водопотребление экономики составляет в среднем 32,5 кубокилометра в год, самый крупный потребитель - сельское хозяйство - 75%. Более половины этого объема используется в Арало-Сырдаринском бассейне - 53%, то есть там, где традиционно развито орошаемое земледелие. Крупнейшие промышленные потребители воды - объекты Ертысского бассейна - 38%, Нура-Сарысуйского - 29%, Урало-Каспийского - 21%, то есть индустриально развитые регионы страны. Коммунально-бытовой сектор использует всего около 5% вод [6,21].

Известно, что семь из восьми ВХБ РК трансграничные и очевидно роль трансграничного притока в суммарных ресурсах речных вод Казахстана очень высока, составляет 55% (с учетом стока с РК - 52%). В этом отношении наиболее уязвимы Арало-Сырдаринский (91%), Жайык-Каспийский (82%), Шу-Таласский (74%), Балкаш-Алакольском (48%), наименее – Тобыл-Торгайский и Ертысский ВХБ.

В настоящее время, приток из-за пределов страны по трансграничным рекам уменьшился до 50,8 км<sup>3</sup>, антропогенное сокращение по нашим оценкам составило 17,9 км<sup>3</sup> (68,7-50,8), т.е. за счет антропогенного влияния на стороне сопредельных государств речной приток в Казахстан уменьшился на 26%.

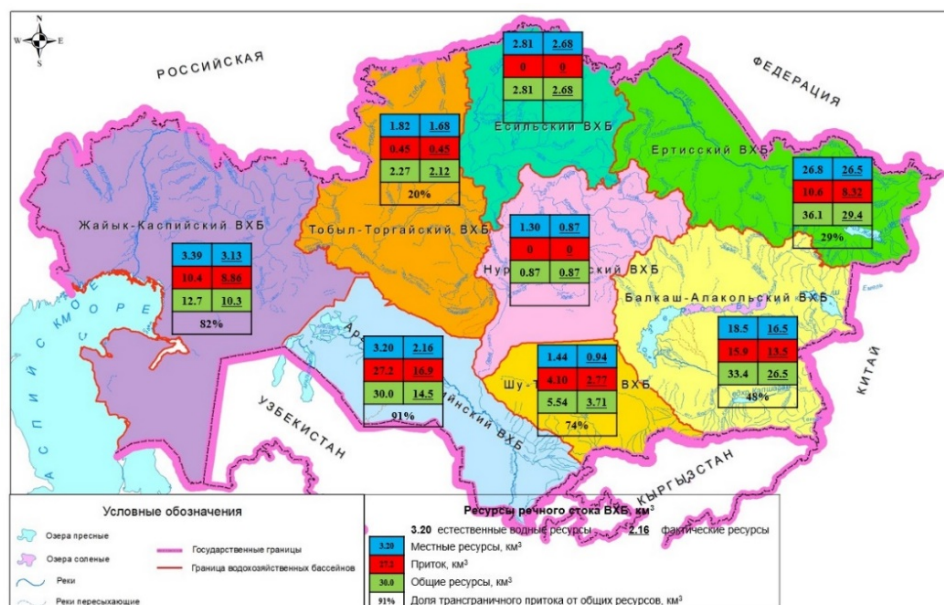


Рисунок 1 - Современное состояние ресурсов речного стока РК

В Арало-Сырдаринском в самом напряженном в водном балансе ВХБ сокращение достигло 38% (10,3 км<sup>3</sup>) со стороны Узбекистана, в Шу-Таласском 32% (1,33 км<sup>3</sup>) со стороны Киргизстана, со стороны России сток по Ертысу сократился на 21,5% (2,28 км<sup>3</sup>), по Жайык-Каспийскому ВХБ на 15% (1,56 км<sup>3</sup>), в Балкаш-Алакольском бассейне речной приток уменьшился на 15,3% (2,44 км<sup>3</sup>) за счет антропогенной деятельности на территории Китая.

Поэтому, влияние хозяйственной деятельности на сток на территории РК можно оценить по изменению *имеющихся суммарных* ресурсов, которое при современных условиях водопользования составляет 16,0 км<sup>3</sup> (106-90,0). При этом, на территории РК местный сток изменился на 4,8 км<sup>3</sup> (59,3-54,5), сток в русле трансграничных рек на 11,2 км<sup>3</sup> (16,0-4,8) [20,21].

В нашей работе мы были нацелены на ориентировочную оценку безвозвратного водопотребления, дифференцировали их по отдельным районам и отраслям экономики, что

позволило бы в дальнейшем получить относительно надежные сценарии перспективного влияния антропогенных нагрузок на водные ресурсы.

Для оценки разработана методика, основанная на комплексном применении методов гидрологической аналогии, водного баланса и способа определения безвозвратного водопотребления по отраслям экономики. Согласно нашим оценкам, средние по территориям ВХБ РК величины антропогенной нагрузки на суммарные водные ресурсы в средние по водности годы доходят до 62,8%, в маловодные – до 69,6%. В Арало-Сырдаринском, Шу-Таласском и Нура-Сарысуйском ВХБ спрос на воду превышает местные собственные водные ресурсы [21].

Сопоставление имеющихся данных по водозаборам и результатов антропогенного изменения речного стока дает возможность приближенно оценить величины безвозвратного водопотребления в каждом регионе и соотношения между объемами безвозвратного и полного водопотребления.

На территории Казахстана ожидается дальнейшее повышение температуры приземного воздуха во все месяцы года. Ожидаемый рост средней годовой температуры примерно составляет к 2030 году почти во всех регионах страны до 2°C, только в северной части может быть увеличение температуры до 3-4°C. К 2050 году увеличение средней годовой температуры по всему РК составляет почти до 3°C, в северо-западной, северной и центральных регионах страны могут достигать до 4°C. Увеличение количества осадков до 2030 г. составит, в основном около 10%. Увеличение более 10% вероятно в северных, центральных и горных районах юго-востока, а также в регионах Прибалкашье [22].

Данные представлены для двух сценариев выбросов парниковых газов, так называемых репрезентативных траекторий концентраций (Representative Concentration Pathways (RCP)). Цифры указывают радиационное воздействие, т.е. изменение радиационного баланса поверхности Земли к 2100 г. в Вт/м<sup>2</sup>. Более подробно методические приемы изложены в ранее проведенных работах [6,17,20,21]. Исходные данные ожидаемого изменения температуры и осадков рассчитаны на периоды 2006-2035 гг. относительно базового периода 1981-2000 гг. с интервалом в каждые 5 лет.

По результатам расчета с использованием прогностических зависимостей между речным стоком и метеорологическими характеристиками (температура, атмосферные осадки) были получены сценарные прогнозы изменения стока в разрезе 8 водохозяйственных бассейнов и административных районов РК. Результаты сценарных прогнозов климатических обусловленных изменений речного стока представлены в таблице 2.

Ожидаемые водные ресурсы по всему Казахстану рассчитаны по двум сценариям RCP 4.5 и RCP 8.5 дают примерно равные результаты на все периоды 2020-2029, 2025-2034, 2030-2039. Поэтому мы приводим прогнозные значения стока как осредненные по обоим сценариям. Отклонения прогнозных значений стока от нормы стока за расчетный период 1974-2015 г. по всему РК за все периоды 2025, 2030, 2035 составляют увеличение местного стока от 9,36 до 12%, из них ожидается увеличение в юго-восточных и восточных регионах республики (Шу-Таласский, Балкаш-Алакольский, Ертисский ВХБ) от 0,18 до 10,0%, в Арал-Сырдаринском ВХБ до 27,4%, в Нура-Сарысуйском ВХБ почти вдвойне, максимальное увеличение местных ресурсов ожидается с северо-западной части страны в Тобыл-Торгайском ВХБ возможен рост водных ресурсов почти в 2-3 раза.

*Прогнозные оценки ресурсов речного стока с учетом климата и антропогенных нагрузок, представлены на рисунке 2. С учетом реализации возможных климатических, антропогенных и трансграничных гидрологических угроз в перспективе, прогнозируется сокращение ресурсов речного стока: в целом по Казахстану к 2030 году до 87,1 км<sup>3</sup> в год, в том числе трансграничного – до 46,4; местного – до 56,7 км<sup>3</sup> в год.*

Прогнозные водные балансы бассейнов были нами приближенно оценены в целях оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов и представляют собой расчёты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в

границах речных бассейнов при различных условиях водности, с учётом неравномерного распределения поверхностного стока в различные периоды. Прогнозный водный баланс бассейнов на перспективу до 2030 г. для отдельных ВХБ состоит из: 1) фактических значений притока на территорию ВХБ 2) речного стока формирующегося на территории, ВХБ, т.е. местные ресурсы, 3) часть речного стока уходит (отток) и возвращается (возвратный) на территорию ВХБ, 4) потребление воды в ВХБ (антропогенное влияние) 5) располагаемых ресурсов в устьевых участках основных рек 6) естественных затрат в речной сети б) имеющиеся ресурсы т.е. те на которые можно рассчитывать при водохозяйственном планировании.

Таким образом необходимо ориентироваться на *имеющимися* ресурсы, под которыми подразумеваются ежегодно возобновляемые местные *естественные* ресурсы речного стока, по территории РК на перспективу к 2030 г. составляют  $105 \text{ км}^3$ , местные водные ресурсы  $62,2 \text{ км}^3$ , приток на территорию РК  $46,4 \text{ км}^3$ , отток с территории РК  $26,3 \text{ км}^3$ , антропогенное влияние  $17,9 \text{ км}^3$ , естественные затраты речной сети составят  $25,6 \text{ км}^3$ , т.е. столько воды необходимо иметь для существования экологически стабильного равновесного состояния систем Казахстана.

### **Выводы**

Водные ресурсы, а точнее их рациональное использование, определяют благополучие людей, поддержание природного потенциала и значительную часть поступлений в национальный доход стран региона.

Водные ресурсы речного стока в РК за счет антропогенной деятельности уменьшились на  $16,0 \text{ км}^3$  в год. Это отвечает долгосрочному прогнозу изменения климата. С учетом ожидаемого снижения трансграничного стока к 2030 году произойдет дальнейшее уменьшение водных ресурсов республики до  $87,1 \text{ км}^3$  в год, в маловодные годы меньше  $50,0 \text{ км}^3$ .

Это свидетельствует об угрозе жесткого дефицита вод на рубеже 2030-2050 годов, что в целом затрагивает вопросы национальной безопасности.

Снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды - пути устранения дефицита в Казахстане [3,6,7]. Необходимо предусмотреть реализацию мероприятий по уменьшению темпов развития основных водопотребителей и использование современных технологий для сокращения потребления пресной воды в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, а также регламентировать располагаемые для использования водные ресурсы за счет регулирования речного стока, правильного территориального распределения водных ресурсов. Кроме того, нужно повсеместно внедрить новые водосберегающие технологии; автоматизированные системы управления производственными процессами; наладить государственный и первичный учет вод, необходимо наладить правые и экономические механизмы совместного использования водных ресурсов трансграничных водотоков.

### **Благодарности**

*При расчете водных ресурсов отдельных водохозяйственных бассейнов так же участвовали сотрудники лаборатории Водных ресурсов АО «Институт географии и водной безопасности»: Мырзахметов А.Б., Кулебаев К.М., Загидуллина А.Р., Баспакова Г.Р. Исследования выполнены в рамках проекта «Рациональное использование водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года», по программе «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года». Мероприятие «Оценка и прогноз ежегодно возобновляемых водных ресурсов возможных к использованию для целей орошения по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан (КазНИИВХ РК по договору №1/1 с «Институтом географии» от 14 сентября 2018 г.).*

## Список литературы

1. Говард С. Уитер номер «Курьер ЮНЕСКО» 2019 г. «Водная безопасность: в условиях неопределенности» [Электр. ресурс]. URL: <https://ru.unesco.org/courier/2019-1/vodnaya-bezopasnost-v-usloviyah-neopredelennosti>
2. Гаглоева А.Е. Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. науч. - практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – Кн. 1. – С. 297-302
3. Нысанбаев Е.Н., Медеу А.Р., Турсунова А.А. Водные ресурсы Центральной Азии: вызовы и угрозы, проблемы использования // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. научно-практ. конф. «Вода для жизни», Алматы, Казахстан, 2016. – кн. 1. – С. 4-8.
4. Shahgedanova, M. Afzal, I. Severskiy, Z. Usmanova, z. Saidaliyeva, v. Kapitsa, N. Kasatkin, S. Dolgikh. Changes in the mountain river discharge in the northern Tien Shan since the mid-20 th Century: Results from the analysis of a homogeneous daily streamflow data set from seven catchments // Journal of Hydrology. - 2018. - Vol. 564, September 2018. - P. 1133-1152.
5. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. – Paris: UNESCO, 2015. – 122 p.
6. Достай Ж.Д. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: 2012. – Т. 2. – 330 с.
7. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. Алматы, 2015. – 582 с.
8. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / под. ред. Коронкевича Н.И., Зайцевой И.С. – М.: Наука, 2003. – 367 с.
9. Global water: issues and insights / Ed. R.Q. Grafton, P. Wyrwoll, C. White, D. Allendes. – Canberra: ANU Press, 2014. – 239 p.
10. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
11. Shiklomanov I.A. Water resources as a challenges of the twenty-first century. Tenth WMO lecture / WMO. – 2004. – №. 959. – P. 13-146.
12. Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. – Астана, 2009. – 192 с.
13. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. // Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.)]. МГЭИК. – Женева, 2014. – 163 с.
14. Taylor, K.E., Stouffer R.J., Meehl G.A. An overview of CMIP5 and the experiment design // Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 93, issue 4, pp. 485-498, DOI:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.
15. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. – Алматы, 2010. – 232 с.
16. Д. Кучмент Л.С., Гельфан А.Н. Исследование эффективности ансамблевых долгосрочных прогнозов весеннего половодья, основанных на физико-математических моделях формирования речного стока // Метеорология и гидрология, 2009. – №2. – С. 54-67.
17. Достай, Ж.Д., Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А. Оценка ресурсов поверхностных вод Южного Казахстана на перспективу // II Всероссийская научная конференция с международным участием. «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». – Барнаул, 2014. – Т. 1. – С.102-109.
18. Кишкимбаева А.А., Смирнова Е.Е., Болатова А.А. Определение тенденции

изменения стока р. Шарын на перспективу под влиянием климата // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – Кн. 2. – С. 343-347.

19. Шиварева С.П., Аvezова А. Применение модели HBV для расчета стока р. Оба на перспективу с учетом изменения климата // Гидрометеорология и экология. – 2012.– №4. – С. 66-77.

20. S. Alimkulov, A. Tursunova, A. Saparova, K. Kulebaev, A. Zagidullina, A. Myrzahmetov “Resources of River Runoff of Kazakhstan” International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-8 Issue-6, August 2019, pp. 2242-2250. doi: 10.35940/ijeat.F8626.088619

21. Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Vaspakova, G.R., Kulebayev, K.M. Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan 2020 EurAsian Journal of BioSciences 14(1), с. 301-307

22. Ибатуллин С.Р., Ясинский В.А., Мироненков А.П. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии // Отраслевой обзор. Евразийский банк развития, 2009 г. – Алматы, 2009. – С. 5. [http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr\\_1.pdf](http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr_1.pdf).

## ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНЫҢ РЕСУРСТАРЫ – БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙДА

**Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А.**

*«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы*

### **Аңдатпа**

Өзен ағындысының өте жоғары кеңістік-уақыт бойынша өзгергіштігі және оның трансшекаралық құрамдас бөлігінің маңыздылығы республиканы сумен қамтамасыз ету мәселесін күрделендіреді. Трансшекаралық өзендер алаптарының төменгі ағысындағы қолайсыз географиялық орналасуы салдарынан Қазақстан Республикасы едәуір дәрежеде шектес елдердегі су шаруашылығы тәуелді. Мақалада климаттық және антропогендік әсерлерді ескере отырып, Қазақстанның өзен ағындысы ресурстарының қазіргі өзгерісі қарастырылады. Шаруашылық әрекеттің өзен ағындысына әсерін және климаттық негізделген ағындының өзгеруін бағалау үшін кешенді интегралды әдістер қолданылды және тиісті әдіснамалар жасалды. Факторлар кешенінің заманауи әсерінің алынған нәтижелерін, сондай-ақ олардың 2030 жылға дейінгі болашақтағы маңыздылығын су ресурстарын тұрақты басқару мен қорғаудың ғылыми негізделген шешімдерін жасау үшін пайдалануға болады.

**Кілт сөздер:** өзен ағындысы, шаруашылық қызметтің әсері, өзен ағысының болжамы, трансшекаралық су мәселелері.

## KAZAKHSTAN RIVER FLOW RESOURCES UNDER CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC CHANGES

**Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Saparova A.A.**

*JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

The exceptionally high spatio-temporal variability of the river runoff and the significance of its transboundary component by orders of magnitude aggravate the problem of water supply in the republic. Due to the disadvantageous geographical position in the lower reaches of transboundary river basins, the Republic of Kazakhstan is largely dependent on water management in neighboring countries. The article examines the modern change in the resources of river flow in Kazakhstan,

taking into account climatic and anthropogenic influences. To assess the impact of economic activities on river runoff and changes in climate-related runoff, complex integral methods were used, and appropriate methodologies were developed. The obtained results of the modern influence of a complex of factors, as well as their significance for the future by 2030, can be used to develop scientifically based solutions for sustainable management and protection of water resources.

**Keywords:** river runoff, impact of economic activity, forecast of river runoff, transboundary water problems.

УДК 631.67:255

## АСА ӨЗЕНІ БАССЕЙНІНДЕГІ СУ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ ӘДІСІ

Аманбаева Б.Ш.<sup>1</sup>, Жапаркулова Е.Д.<sup>1</sup>, Josef Mosiej<sup>2</sup>,  
Дюйсенхан А.А.<sup>1</sup>, Калиева К.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Warsaw University of Life Sciences- SGGW, Варшава, Польша

### Аңдатпа

Мақалада Аса өзенінің бассейніндегі су ресурстарын басқару әдісі және су қоры сапасын бағалау арқылы су алу және сумен қамтамасыз ету көрсеткіштері келтірілген.

Су - экономикалық мәні бар және елдің дамуының тұрақтылығын анықтайтын ресурс. Пайда болып жатқан тенденциялар су проблемалары басқа секторлармен, оның ішінде ауылшаруашылық, энергетика, өнеркәсіп, көлік және коммуникациялармен, сондай-ақ әлеуметтік салалармен: білім беру, қоршаған орта, денсаулық сақтау, ауылдық немесе аймақтық даму мәселелерімен едәуір күрделене түсетіндігін және барған сайын өршіп тұрғанын көрсетеді. Су ресурстарын ұтымды пайдалану, сондай-ақ су көздерін қорғау және ауыз суға қол жеткізу проблемасы бүкіл әлемдік қауымдастықтың маңызды басымдығы болып табылады. Жыл сайын су ресурстарының жетіспеушілігі күшейіп келе жатқан Қазақстан Республикасы да ерекшелік емес. Бүгінгі жаһандық сын-қатерлер, әсіресе климаттың өзгеруі және халық санының өсуі жағдайды одан да қорқынышты етеді. Климаттың өзгеруі Жердегі динамикалық процестерден, күн сәулесінің интенсивтілігінің ауытқуы сияқты сыртқы әсерлерден және соңғы кездегі адамдардың әрекетінен туындайды.

**Кілт сөздер:** су ресурстары, жер үсті сулары, су алу, жер асты сулары, су үнемдеу технологиясы.

### Кіріспе

Қазақстан Республикасының Президенті 2017 жылғы 30 қаңтардағы Қазақстан халқына Жолдауында экономика салаларын технологиялық жаңғырту қажеттілігін атап өтті. Осы міндетке байланысты Республика Үкіметі Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017-2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын қабылдады, ол экономиканың су секторының өзекті мәселелерін шешуге бағытталған [1].

Аса өзенінің бассейніндегі экологиялық ахуал жағдайында, вегетация кезеңінде су ресурстарының жетіспеушілігі және өмір сүретін қабаттың деграциялық процестері көбейіп, экологиялық таза су ресурстарын басқару технологияларын дамыту мәселесі туындады. Аса-Талас өзені бассейнінің суармалы экожүйелерінің сумен қамтамасыз етілуі мен экологиялық тұрақтылығын арттыру мәселесін жер үсті суларын пайдалану арқылы шешуге болады.

Аса өзенінің бассейні орналасқан территорияның климаттық ерекшелігі шұғыл температуралық контраст, жауын-шашынның бір келкі таралмауы, ауақұрғақшылығы, күн радиациясының көптігі болып табылады. Оңтүстік таулы бөлігінде қысы жұмсақ және

жауын-шашынмен жақсырақ қамтылған. Солтүстік және орталық аудандардың шөлді жазықтықтары ерекше құрғақшылыққа бейім жаз мұнда өте ыстық. Бірақ қыс географиялық ендікке сәйкес келмейді өте қатаң. Қаңтардың орташа температурасы  $-11...14^{\circ}\text{C}$ , ал абсолютті минимум  $-40^{\circ}\text{C}$  дейін жетеді. Жамбыл облысының ауа-райының жағдайы кенеттен континентальдылығымен сипатталады, өйткені оның территориясы Атлантикалық әуелі массалар үшін материктерге негізгі ылғал қорын жеткізетін мүмкіндігі аз облыс болып табылады. Сондай-ақ Сібірдің континентальды әуелі массалары, қатысты аз ылғалдылығымен ерекшеленеді және бөгетсіз келіп түседі[2]. Бұл облыс территориясының Евроазиат материгінің ішінде орналасқандығымен, мұхиттардан алшақтығымен, ашық немесе бұлтты ауа-райының пайда болуына себеп болатын, сондай-ақ оңтүстік жағдайымен, атмосфералық циркуляция ерекшелігімен түсіндіріледі. Бұл күн сәулесінің үлкен ағынын қамтамасыздандырады. Сонымен бірге, территорияның көптен бір бөлігін құмдар алады және тек оңтүстік-батыс, оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарын таулар қоршайды. Осы бедерлі ерекшеліктер облыс ауа-райына үлкен әр түрлілікті енгізеді. Ауа-райының континентальдығы күн мен түн, қыс пен жаз, қыстан жазға жылдам өту кездегі кенеттен температуралық контрасттарда көрінеді. Облыстың таулы оңтүстік өңірінде континентальды сипаты жеңілдетілген: мұнда қыс жұмсақ және жауын-шашынмен жақсы қамтамасыздандырылған[3].

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Зерттеу жүргізу барысында жалпылау, статистикалық және салыстырмалы сараптау әдістері қолданылды.

Зерттеу нысаны Аса өзенінің бойында, Жамбыл облысының 5 ауданның суғармалы жерлері орналасқан. Ауылшаруашылық дақылдарын суғаруға суарылатын суғармалы жерлердің ауданы 106,4 мың га құрайды, суаруға Аса өзенінің суы пайдаланылады. Аса-Талас өзені бастауын Қырғыз республикасынан алады. Қарастырылып отырған аудан шөлейт экожүйесінде орналасқан.

Жамбыл облысының жер үсті су ресурстары Шу, Талас және Аса өзендерінің бассейндерінде шоғырланған, олардың ағысын қалыптастыру іс жүзінде Қырғыз Республикасының аумағында толығымен жүргізіледі, яғни жер үсті су ресурстарының 80% - ына дейін шектес мемлекеттің трансшекаралық өзендерінен келеді. Сондықтан да Жамбыл облысы вегетация кезеңінде Қырғыз тарапының КСРО су министрлігінің 1983 жылғы бекіткен Шу Талас трансшекаралық өзендерінің ағындарын бөлу туралы Ереженің және 1948 жылғы Аспара және Күркіреусу өзендерін бөлу туралы уақытша Ереженің сақтауына толық байланысты, жылдық ағыны - 4106 млн. м<sup>3</sup> суды құрайды, Қазақстан Республикасының аумағында қалыптасатын ағын - 967,0 млн. м<sup>3</sup> құрайды (**1-сурет**).



1-сурет. Аса өзені

Жамбыл облысының суландыру жүйелерінде 90% -дан астам суармалы жерлердің минерализациясы 3 г/л дейін бар. Сондықтан суармалы жерлердің 90%-ы үшін осы аудандағы жер асты сулары суару үшін пайдаланылуы мүмкін. SAR мәні 0,46-6,17 аралығында өзгереді, бұл рұқсат етілген 10-дан төмен, бірақ кейбір жерлерде ол 18-ге жетеді. Жерасты

суларын барлық аудандарда пайдаланудың негізгі шектеу коэффициенті көптеген жерлерде 50-ден асатын магний катионының болуы болып табылады. %, бұл рұқсат етілген шегінен асады [4].

Суармалы егіншілікте жер үсті және жер асты суларының сапасын бағалау қажеттілігі су мен жер ресурстарын ластаудың негізгі көзі жер асты сулары және қашыртқы-кәріз сулар болатындығымен алдын-ала анықталады [4]. Олардың сапасын бағалау ластану көздерін анықтауға және олардың суармалы жерлердің экологиясына әсерін азайтуға бағытталған шараларды жасауға мүмкіндік береді. Суару кезінде кішігірім биологиялықты көбейтуге және үлкен геологиялық тізбектерді азайтуға тырысу керек, яғни судың минималды құны мен суару жүйесінен тыс су ағызу мөлшерінде дақылдардың минималды шығымын алуға мүмкіндік беретін технологияларды қолдану қажет [5].

Аса-Талас өзені бассейніндегі жер үсті және жер асты суларының сапасын бағалау оларды табиғи және экономикалық жағдайларды ескере отырып мақсатты түрде пайдалануға, агроэкожүйелер мен қоршаған айналадағы экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді [6].

Аса Талас өзені бассейнінде өсімдіктерді суарудың негізгі көзі - жер үсті сулары. Алайда, вегетациялық кезеңде суармалы судың жыл сайынғы тапшылығы байқалады. Сумен қамтамасыз ету тұрғысынан суармалы жерлер Жамбыл облысының суармалы жерлерінде де кездеседі. Мәселен, осы жылдар ішінде Жамбыл облысының суармалы жерлерінің 1 га суымен қамтамасыз ету 3561 - 5988 м<sup>3</sup>/га құрады.

**Кесте 1 – Жамбыл облысының суармалы жерлерінің суды тұтыну көрсеткіштері**

Жылдар	Суармалы жерлер, мың га	Білгалдылықты ескере отырып, нақты суару, мың га	Суармалы егіншіліктің суды тұтынуы, млн. м <sup>3</sup>		
			Су қабылдау,	Сумен жабдықтау	
				Сумен жабдықтау	Суармалы мөлшер (брутто), м <sup>3</sup> /га
2002	105,9	89,839	541,9	414,2	3913
2013	105,9	90294	660,1	540,7	5988
2014	105,9	93,854	656,1	467,1	4977
2015	105,9	95,963	501,7	341,7	3561
2016	106,0	93,046	565,5	390,8	4199
орташа	106,0	90,539	505,8	428,6	4378
Вариация коэффициенті, %			11,53	15,77	

Суармалы жерлердің өнімділігі оларды сумен қамтамасыз етуге ғана емес, сонымен қатар суармалы судың сапасына да байланысты. Зерттеу нәтижелері Аса, Талас өзендерінің суларының минералдануы жоғарылайтындығын көрсетті. Аса-Талас өзен бассейнінде: өзенде. Терс (Жуалы ауданы) судың минералдануы 0,395 г/л, ал өзенде. Аса (Айша-биби ауданы, Жамбыл ауданы) - судың минералдануы шамамен 4 г/л құрайды, Бірлесу-Еңбек ауданында (Жамбыл ауданы) - 0,527 г/л (**2-сурет**).

**2-сурет. Су көздерінен суару үшін берілетін судың иондық құрамы**

Суаруға арналған су көздерінің атауы	Аниондар				Катиондар			Σ <sub>сол.</sub> , г/л
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	
Аса (Бірлесу Еңбек)		<u>0,234</u> 3,84	<u>0,031</u> , 0 4	<u>0,091</u> , 9 6	<u>0,063</u> , 2 0	<u>0,0191</u> , 60	<u>0,042</u> , 0 4	0,495
Талас (Тараз қаласы Автовокзал)	<u>0,034</u> 1,12	<u>0,171</u> 2,80	<u>0,081</u> , 0 4	<u>0,040</u> , 9 6	<u>0,063</u> , 0 0	<u>0,0221</u> , 80	<u>0,021</u> , 1 2	0,396

*Ескерту-алымында г/л құрамында, бөлімінде – иондық құрамы*



Жоғарғы ағымдарда басым аниондар гидрокарбонаттар мен сульфаттар, ал катиондары - кальций мен магний. Тиісінше, мұнда тұздану түрі - гидрокарбонат - сульфат - хлориді, кальций - магний - натрий [7]. Ақкөл көлінде судың тұздылығы негізінен сульфат-бикарбонат-хлорид-карбонат, натрий-магний-кальций болып табылады.

Жалпы минералдану бойынша Аса бассейніндегі жер үсті суларының агроэкологиялық бағасы олардың таза, жақсы екенін көрсетті (**3-кесте**), ал Ақкөл көлінде олар нашар, қанағаттанарлықсыз.

3-кесте. Аса өзені бассейніндегі судың сапасын бағалау

Сынама алынған орын	Алынған уақыты	Көрсеткіштері						
		С, г/л	К	SAR	SAR*	ОКН	Mg*	pH
Аса (Айша бибі)	Көктем	0,385	10,23	0,25	0,50	-2,00	36,0	7,0
	Жаз	0,384	5,18	0,53	1,11	-0,80	47,8	7,4
	Күз	0,506	5,37	0,58	1,31	-1,80	46,7	7,2
Аса (Ақкөл)	Көктем	1,103	1,30	3,23	8,03	-5,80	68,1	7,8
	Жаз	1,191	1,74	2,66	6,83	-7,90	75,9	8,0
	Күз	1,347	1,09	4,23	10,57	-8,00	85,7	8,4

К және SAR индикаторларына сәйкес, бұл суларды суару үшін пайдаланған кезде топырақтың тұздану қаупі жоқ, SAR\* сәйкес топырақ сіңіретін кешенде натрийдің жиналуы және топырақтың тұздануы тек Ақкөл көлінен су пайдаланылған кезде мүмкін болады [8].

#### **Зерттеу нәтижелері**

Осылайша, жер асты суларының пайда болу деңгейінің көтерілу себептерін зерттеу нәтижелері көрсеткендей, мұның басты себебі - суармалы жерлер мен әр түрлі арналардағы суармалы судың үлкен жоғалуы. Сондықтан, мұндай жағдайда қоршаған ортаға антропогендік қысымды төмендетудің бір әдісі - жер асты суларын суару үшін пайдалану. Жер асты суларын пайдалану және сәйкесінше, суармалы экожүйелерді сумен қамтамасыз етуді арттыру мәселесін шешудің бұл әдісі ең экологиялық таза болып табылады [5,6].

Жамбыл облысының Аса бассейніндегі үш ауданның суармалы жерлерінде орналасқан бақылау ұңғымаларынан иондық құрамы мен жер асты суларының жалпы тұздылығын талдау олардың мәні 0,44-тен 4,92 г / л-ге дейін өзгеретіндігін көрсетеді.

Жерасты суларының тұздану химиясы Жамбыл облысындағы гидрокарбонат-сульфат-хлориді, магний-кальций-натрий, сульфат-хлориді-гидрокарбонаты, натрий-магний-кальций-Таласта әртүрлі.

Аса өзенінің бассейніндегі жер асты сулары жалпы тұздылығы бойынша (С) Жамбыл облысында тұщы, сапалы деп саналады; Байзақта жаңа және орташа, жақсы және сапасыз; Талас қаласындағы жаңа, орташа және орташа, жақсы, қанағаттанарлықсыз және сапасыз.

Өнімді агроэкожүйе құру үшін топырақ, жер үсті және жер асты сулары бір-бірімен өзара байланысты жүйе ретінде қарастырылуы керек [5]. Бұл жағдайда фильтрациялық ысыраптардың (суару желісі мен суармалы алқаптарда) әсер ету дәрежесін және топырақ пен жер асты суларының тұзды режиміне суды төгу нормаларын анықтау қажет.

Су көздерін ластанудан қорғау суармалы жерлерден фильтрация мен төгілудің технологиялық ысыраптарын азайту және олардың минералдануы 3-4 г/л-ден төмен болған кезде жер асты суларын суландыруға (суаруға) пайдалану арқылы жүзеге асырылуы керек [7, 8].

## Қорытынды

Суармалы судың жетіспеуі және жер асты суларының пайда болуы жағдайында су ресурстарының жетіспеушілігі мәселесін шешудің бір әдісі - жер асты суларын суару үшін пайдалану [7]. Алайда, жер асты суларының өсімдіктерге сумен қамтамасыз етілуіне қатысуы олардың минералдануы мен ион-тұз құрамын ескермей, тамырлы топырақ қабатында деградация процестерінің жоғарылауына әкелуі мүмкін. Мұны қолданыстағы суару жүйелерінің тәжірибесі растайды, мұнда минералданған жер асты суларының жақын болуы топырақтың тамырлану ортасының қарқынды тұздануына, сілтіленуіне және сілтіленуіне әкелді [4].

Суару және дренаждық жүйелерде суды ағызу жеткіліксіз болған жағдайда топырақтың тұзды-құрамды құрамын уақыт пен кеңістікте бақылау, олардың дақылдарды суару және суару үшін пайдалану лимиттерін бағалау және белгілеу үлкен маңызға ие. Сондықтан зерттеудің міндеттерінің бірі Оңтүстік Қазақстанның әртүрлі суару жүйелеріндегі жер асты суларының сапасын бағалау болды [7].

Аса өзенінің бассейндегі су ресурстарын ұтымды пайдалану үшін су үнемдеу технологияларын пайланғанымыз жөн.

## Әдебиеттер тізімі

1. Ақбасова А.Ж., Жамалбеков Е.Ү. және басқалар. Экологиялық энциклопедия. – Алматы, 2007. -303 б.
2. Годовой отчет Шу-Таласской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов. – Тараз, 2006. – 283 с.
3. Джумадилов Д.Д., Кожанов К.Ш., Бекбаев Р.К. Эколого-мелиоративная оценка водно-земельных ресурсов на орошаемых экосистемах в бассейне р. Талас-Аса //Материалы международной научно-практической конференции «Индустриально-инновационное развитие – основа устойчивой экономики Казахстана». – Шымкент, 2006. – С.357-360
4. Бекбаев Р.К. Почвенно-экологические процессы и методы их регулирования на орошаемых экосистемах Казахстана: дис. ... докт. техн. наук. – Тараз, 2006. – 262 с.
5. Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Джайсамбекова Р.А. Нормативы затрат воды на орошение с учетом агроэкологических условий орошаемого поля, техники и технологии полива сельскохозяйственных культур. –Тараз, 2008. -37 с.
6. Бекбаев У.К. Технология регулирования экологического режима почв при дефиците воды (на примере орошаемых земель в зоне Арысь-Туркестанского канала): автореф. ... канд. техн. наук. – Тараз, 2009. -24 с.
7. Заключительный отчет по теме «Разработать ресурсосберегающие технологии орошения с использованием органических мелиорантов при адаптивно-ландшафтной системе земледелия». (2006-2008 гг.). Ин 0208РК01625 Рн 0106РК01324/Руководители Вышпольский Ф.Ф., Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., - г. Тараз, 2008.
8. Жапаркулова Е.Д., Жайсамбекова Р.А. Аса-Талас өзендері алабындағы суғармалы жерлердің экологиялық жағдайы мен оларды сумен қамтамасыз ету мәселелері.//М.Х. Дулати атындағы «ТарМУ Жаршысы».– Тараз, 2010.- №4. –Б. 18-23.

## МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АСА

Аманбаева Б.Ш.<sup>1</sup>, Жапаркулова Е.Д.<sup>1</sup>, Josef Mosiej<sup>2</sup>,  
Дюйсенхан А.А.<sup>1</sup>, Калиева К.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Варшавский университет естественных наук - SGGW, Варшава, Польша

### Аннотация

В статье дается метод управления водными ресурсами в бассейне реки Аса и показатели водозабора и водоснабжения, оценивающие качество водных ресурсов. Рациональное использование водных ресурсов, а также охрана водных ресурсов и доступ к питьевой воде являются важным приоритетом для мирового сообщества. Изменение климата вызывается динамическими процессами на Земле, внешними воздействиями, такими как колебания интенсивности солнечного света, и недавней деятельностью человека.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, поверхностные воды, водозабор, грунтовые воды, водосберегающая технология.

## WATER RESOURCE MANAGEMENT METHOD IN THE ASA RIVER BASIN

Amanbaeva B.Sh.<sup>1</sup>, Zhaparkulova E.D.<sup>1</sup>, Josef M.<sup>2</sup>,  
Dyusenkhan A.A.<sup>1</sup>, Kaliyeva K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian Research University,

<sup>2</sup>Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Warsaw, Poland

### Abstract

The article provides a method of water resources management in the Asa river basin and indicators of water intake and water supply, assessing the quality of water resources. The rational use of water resources, as well as the protection of water resources and access to drinking water are an important priority for the world community. Climate change is caused by dynamic processes on Earth, external influences such as fluctuations in the intensity of sunlight, and recent human activities.

**Key words:** water resources, surface water, water intake, ground water, water saving technology.

УДК 33.93:631.6 (574)

## РОЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В УСТОЙЧИВОМ ВОДООБЕСПЕЧЕНИИ ПРИРОДНО – ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Ердвалиева А.А., Тажибаева Т.Л.

Казахский национальный университет имени аль Фараби, Алматы, Казахстан

### Аннотация

В условиях нехватки воды и роста загрязнения водных ресурсов в Центрально-Азиатском регионе, эффективное внедрение интегрированного управления водными ресурсами

ами (далее – ИУВР) является одной из приоритетных задач как на региональном, так и на государственном уровне.

В настоящей работе авторы исследуют роль ИУВР в устойчивом водообеспечении природно - хозяйственных систем (далее - ПХС) РК путем анализа принципов ИУВР, тенденций водообеспеченности ПХС РК, также их отражения в проекте государственной программы управления водными ресурсами до 2030 года.

**Ключевые слова:** интегрированное управление водными ресурсами, водные ресурсы, устойчивое водообеспечение, государственная программа.

### **Введение**

Согласно документам ООН, интегрированное управление водными ресурсами является важной основой для достижения целей устойчивого развития и является одним из компонентов ЦУР 6 «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех»[1]. В этой связи ИУВР является одной из приоритетных задач государств.

Изучению специфики ИУВР посвящены публикации экспертов Глобального Водного Партнерства, включая профессора М. Фалкенмарка [2], совместные труды Духовного В.А. и Соколова В.И. [3, 4] и других авторов, каждый из которых выделяет свои особенности данного процесса.

Под ИУВР понимается процесс, направленный на согласованное развитие и управление водным сектором, земельными и другими связанными с ним ресурсами с целью получения максимальных выгод для экономики и общества, не ставя под угрозу устойчивость жизненно важных экосистем [2, с.2].

Таким образом, управление водными и иными ресурсами в рамках ИУВР должно происходить с учетом интересов природы и обеспечения устойчивого существования экосистем, при этом последнее невозможно без учета потребностей в воде самих экосистем.

В этой связи, цель настоящей статьи раскрыть роль ИУВР в устойчивом водообеспечении природно – хозяйственных систем РК, а также проанализировать проект новой государственной водной программы РК с точки зрения принятия мер по устойчивому водообеспечению ПХС РК.

### **Методика исследования**

В ходе исследования использовались такие методы как сравнительный анализ, обобщение и систематизация данных, а также аналитический метод.

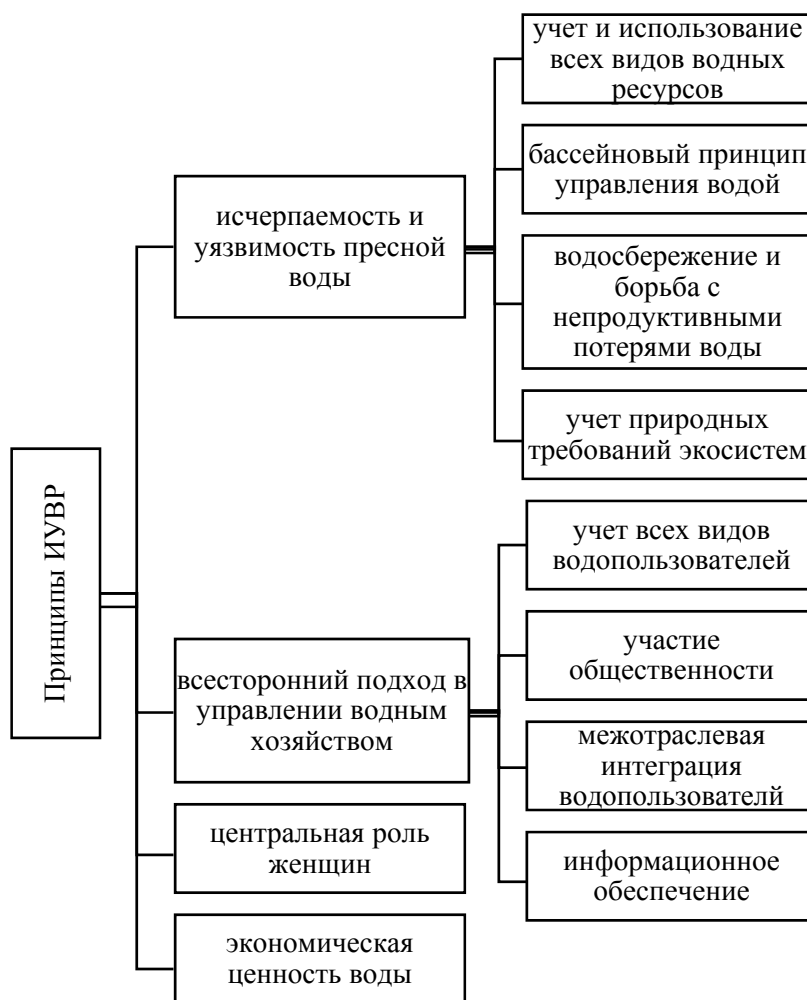
Исследование состоит из двух частей.

Первая часть исследования посвящена анализу принципов ИУВР, связанных с устойчивым водообеспечением ПХС, а также рассмотрены тенденции водообеспеченности природно-хозяйственных систем РК с учетом прогноза на 2030 год. Использовалась шкала оценки экологического спроса ПХС на водные ресурсы, исходя из доли экологического спроса на воду от нормы стока, в частности: I Удовлетворительная (0 – 0,4), II Напряженная (0,4 - 0,6), III Критическая – 0,6-0,8, IV Кризисная 0,8-1, V Катастрофическая - >1 [5].

Вторая часть исследования посвящена анализу проекта новой государственной водной программы РК с точки зрения принятия мер по устойчивому водообеспечению ПХС РК.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Основы концепции ИУВР и четыре ее базовых принципа были сформулированы на Международной конференции по водным ресурсам и окружающей среде в Дублине в 1992 году. В рамках данных принципов выделяют дополнительные, которые уточняют суть базовых принципов [4, с.48]. Нами эти принципы классифицированы на **рисунке 1**.



**Рисунок 1** – Классификация принципов ИУВР

Среди них, такие принципы как учет природных требований экосистем, нацеленность на водосбережение и борьбу с непродуктивными потерями воды, непосредственно направлены на сохранение и повышение водообеспеченности природных экосистем.

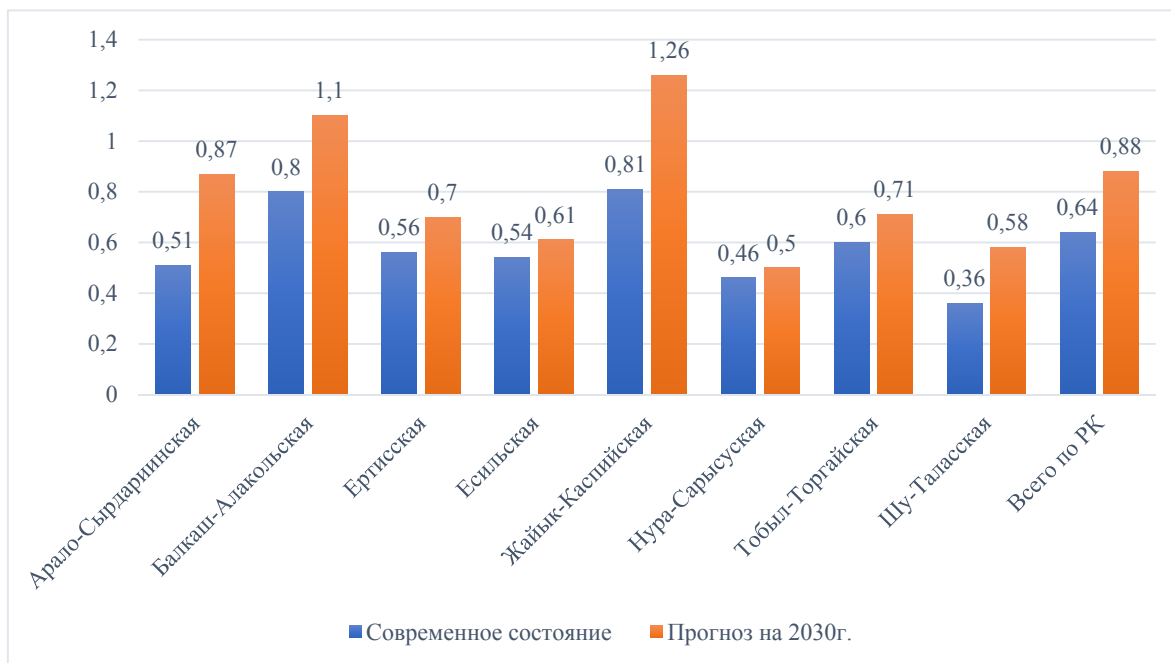
При этом, учет природных требований на воду включает экосистемный подход, определение которого теперь закреплено в новом Экологическом кодексе РК, вступающим в силу с 01.07.2021 года [6]. В этом определении мы выделили три компонента экологического подхода, призванных обеспечить устойчивость природных экосистем:

- 1) учет целостности и естественных взаимосвязей природных экосистем, живых организмов, природных ландшафтов, иных природных, природно – антропогенных и антропогенных объектов;
- 2) сохранение естественного баланса природной среды;
- 3) недопущение отрицательного влияния на услуги, предоставляемые экосистемами.

В связи с этим, нельзя не согласиться, что управление водными ресурсами должно основываться на жестком принципе экологически допустимого водозабора для предотвращения возможности необратимого потребления [4, с.64].

В настоящее время ежегодное водопотребление во всех отраслях экономики в среднем составляет 22,1 км<sup>3</sup>/год, из них 95% - за счет поверхностных вод. При этом доля экологического спроса на водные ресурсы, который включает потребности природных объектов, трансграничные попуски, а также непроизводительные потери составляет 64,2 км<sup>3</sup>/год. По прогнозам на 2030 год экологический спрос может возрасти до 88,2 км<sup>3</sup>/год, что может оцениваться катастрофически для некоторых бассейнов [5, 7].

На основе данных [7], нами составлен график экологического спроса природно-хозяйственных систем (ПХС) на водные ресурсы с прогнозом на 2030 г. На рисунке 2 можно проследить негативную тенденцию водообеспеченности ПХС, особенно в Арало-Сырдарьинском, Балкаш-Алакольском и Жайык-Каспийском бассейнах, где в первом ситуация прогнозируется как кризисная (0,8-1), а в двух последних уже перерастает в катастрофическую (>1).



**Рисунок 2** – Динамика экологического спроса природно-хозяйственных систем на водные ресурсы (доля от нормы стока, б.р.)

Необеспечение необходимого объема экологического спроса на воду водных экосистем может привести к росту деградации таких экосистем, ухудшению качества подземных и иных вод, эрозии почв и сокращению рыболовного промысла.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, наблюдается нарушение экологического состояния трансграничных водоемов, а также негативная тенденция водообеспеченности ПХС РК, что требует внедрения эффективных мер в области управления водными ресурсами.

В связи с этим, провели анализ проекта новой Государственной программы управления водными ресурсами до 2030 года [7]. Составлена таблица 1, где приведена классификация основных мер, связанных с повышением водообеспеченности ПХС РК.

Таким образом, вышеуказанная программа содержит меры, направленные на повышение водообеспеченности ПХС Казахстана, а также рост эффективности используемых водных ресурсов, при этом большой акцент делается на развитие и внедрение цифровых технологий в области управления водными ресурсами. Вместе с тем, успех данной программы на наш взгляд, зависит от скоординированного взаимодействия институтов водного сектора, а также систематического мониторинга выполнения данной программы и принятия, по необходимости, корректирующих мер.

**Таблица 1 – Основные меры проекта Государственной программы управления водными ресурсами до 2030 года в области устойчивого водообеспечения**

<b>Категория мер</b>	<b>Ожидаемый результат</b>	<b>Срок исполнения</b>
Рациональное использование водных ресурсов и водосбережение	удовлетворение ежегодных потребностей природных объектов в воде на уровне 34,1 км <sup>3</sup>	2020 – 2030 годы
	сохранение среднесрочного объема водных ресурсов на уровне 100 км <sup>3</sup> в том числе поверхностных вод – 93,4 км <sup>3</sup> .	2020 – 2030 годы
	природоохранные попуски в объеме 5 272 649,4 тыс. м <sup>3</sup>	ежегодно с 2020 по 2030 годы
	научные исследования тенденций формирования и прогнозирования изменения водных ресурсов по водохозяйственным бассейнам РК	декабрь 2021-2023 годы
	обоснование параметров экологически допустимого использования водно-ресурсного потенциала в отраслях экономики	декабрь 2021-2023 годы
	снижение объема потерь в магистральных и распределительных каналах при регулярном орошении	2020 – 2030 годы с 4 км <sup>3</sup> в 2020 году до 1,2 км <sup>3</sup> в 2030 году.
цифровизация управления водными ресурсами и разработка новых технологий с целью повышения водообеспеченности ПХС РК.	разработка информационной системы оценки ресурсов речного стока с применением технологии компьютерного моделирования	декабрь 2021-2029 годы
	разработка и внедрение единых для трансграничных бассейнов унифицированных систем учета воды и их использования, а также региональных систем мониторинга	декабрь 2022-2030 годы
	разработка имитационной модели бассейна реки и решение логистических задач водораспределения в целях оптимизации использования водных ресурсов	декабрь 2021-2023 годы
	разработка принципиально новых безводных технологических процессов и водооборотных циклов	декабрь 2021-2023 годы

### **Выводы**

Проведенный нами анализ показал, что внедрение ИУВР играет ключевую роль в устойчивости ПХС Казахстана. Соблюдение баланса в водопотреблении с учетом потребностей в воде самих экосистем является важным фактором для поддержания всех компонентов экосистемного подхода, что закреплено в новом Экологическом Кодексе РК. В соответствии с прогнозом на 2030 год установлена негативная тенденция роста экологического спроса на воду большинства ПХС, в среднем по республике она достигнет 0,88. Необходимо принимать эффективные меры по поддержанию водораспределительного баланса и здоровья экосистем, с целью обеспечения водопользователей, включая сами экосистемы, водой в требуемом объеме и надлежащего качества.

Проведена классификация основных мер, связанных с повышением водообеспеченности ПХС РК, обозначенных в проекте новой Государственной программы управления водными ресурсами РК до 2030 года. Среди них, перечень показателей по рациональному

использованию водных ресурсов и водосбережению, а также ожидаемые результаты по цифровизации в управлении водными ресурсами и разработка новых технологий.

Вместе с тем, водопользователям и водопотребителям всех уровней важно продолжать усиленную работу по сохранению и восстановлению устойчивости водных объектов, а также принимать эффективные меры по рациональному использованию водных ресурсов, в том числе в рамках ИУВР.

### Список литературы

1. Программа ООН Окружающая среда (2018) Прогресс в области комплексного управления водными ресурсами. Глобальная основа степени внедрения индикатора 6.5.1 ЦУР 6. – 2018. – 8с.

2. Интегрированное управление водными ресурсами. Тематическая публикация Технического комитета 4 - Глобальное Водное Партнерство, 2000. – 42 с.

3. Духовный, В.А. Проблемы совместного использования трансграничных водотоков соседними странами [Текст] / В.А. Духовный, В.П. Соколов, Д.Р. Зиганшина // Мелиорация и водное хозяйство. - 2015.- №2.- С.32-37.

4. Духовный В.А., Соколов В.И., Мантритилаке Х. (ред.) Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии - Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 364с.

5. Мальковский, И. М. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы и решения / И. М. Мальковский, Л.С. Толеубаева. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. - 2016. - № 1. - С. 57-67.

6. Экологический Кодекс Республики Казахстан, принят 2 января 2021 г. ([https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=39768520#pos=5635;-32](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=39768520#pos=5635;-32))

7. Проект Государственной программы управления водными ресурсами РК до 2030 года (<https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/55815?lang=ru>)

## THE ROLE OF INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE SUSTAINABLE WATER SUPPLY OF NATURAL AND ECONOMIC SYSTEMS OF KAZAKHSTAN

**Yerdvaliyeva A.A., Tazhibayeva T.L.**

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

### **Abstract**

In the context of water scarcity and increasing water pollution in the Central Asian region, the effective implementation of integrated water resources management (hereinafter – IWRM) is one of the priorities at both the regional and state levels.

In this article, the authors investigate the role of IWRM in the sustainable water supply of natural and economic systems by analyzing the principles of IWRM, trends in the water supply of the indicated systems as well as their reflection in the draft state program for water resources management until 2030.

**Keywords:** integrated water resources management, water resources, sustainable water supply, state program.



# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ТҰРАҚТЫ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕГІ СУ РЕСУРСТАРЫН БІРІКТІРІЛГЕН БАСҚАРУДЫҢ РӨЛІ

Ердвалиева А.А., Тажибаева Т.Л.

*ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан*

## **Аңдатпа**

Орталық Азия өңірінде судың жетіспеушілігі және су ресурстарының ластануының өсуі жағдайында су ресурстарын ықпалдастыра басқаруды (бұдан әрі – СРЫБ) тиімді енгізу өңірлік, сондай-ақ мемлекеттік деңгейдегі басым міндеттердің бірі болып табылады.

Осы жұмыста авторлар СРЫБ принциптерін, ҚР СРЫБ сумен қамтамасыз ету үрдістерін талдау, сондай-ақ олардың су ресурстарын басқарудың 2030 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасының жобасында көрініс табуы арқылы ҚР табиғи-шаруашылық жүйелерін тұрақты сумен қамтамасыз етудегі СРЫБ рөлін зерттейді.

**Кілт сөздер:** су ресурстарын біріктірілген басқару, су ресурстары, тұрақты сумен қамтамасыз ету, мемлекеттік бағдарлама.

УДК 556.3:553.7  
553.7:553.78:553.776

## ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Кан С.М<sup>1</sup>., Итемен Н.М<sup>2</sup>., Тлеуова Ж.Т<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Институт гидрогеологии и геоэкологии, Алматы,*

<sup>2</sup>*Казахский национальный исследовательский технический университет,*

## **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы о развитие альтернативных источников энергии, также потенциал и перспективы развития гидрогеотермальной энергетики Казахстана. Для обеспечения энергетической безопасности государства отмечена необходимость развивать производство альтернативных видов энергии. Среди нетрадиционных источников энергии геотермальная энергия - тепло, образующееся естественным путем в недрах Земли, занимает второе место, уступая лишь солнечной радиации. Также показан мировой опыт по геотермальной энергии. Дано описание геотермальных зон на территории Казахстана и выделены наиболее перспективные артезианские бассейны, содержащие термальные воды. Оценены естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов Казахстана с температурой от 40°C до более 100°C. Ввиду того, что температура термальных вод Казахстана, в основном, не превышает 100°C, единственным практически реализуемым вариантом для производства электроэнергии от геотермального потока с такой температурой является бинарная технология.

**Ключевые слова:** Гидрогеотермальная энергетика, альтернативные источники энергии, термальные воды, бинарная технология, артезианские бассейны.

## **Введение**

Для обеспечения энергетической безопасности государства отмечена необходимость развивать производство альтернативных видов энергии. Среди нетрадиционных источников энергии геотермальная энергия - тепло, образующееся естественным путем в недрах Земли, занимает второе место, уступая лишь солнечной радиации. Выделяется два вида ресурсов

геотермальной энергии: гидрогеотермальные - тепло внутриземных вод и петрогеотермальные - тепло горных пород.

В современных условиях подземные воды, как составная часть водных ресурсов страны и как наиболее ценное полезное ископаемое, представляют важный стратегический ресурс водной безопасности и устойчивого развития Казахстана. Актуальность комплексного освоения подземных вод возрастает при решении проблем острого дефицита воды, глобальной энергетической безопасности и истощаемости природных ресурсов, которые выделены в числе 10 основных глобальных вызовов в Послании первого Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева «Стратегия «Казахстан - 2050 – новый политический курс для нового Казахстана в быстро меняющихся исторических условиях».

По данным Всемирного Геотермального конгресса (WGC2010) отмечается быстрый рост использования геотермальной энергии. Геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира и в 60 из них активно используются. В целом, мировой технический потенциал геотермальной энергии оценивается в 61,4 Е(экса)Дж/год при прямом использовании и в 657 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствуют эквивалентной мощности 5000 ГВт (по теплу) и 1200 ГВт (по электроэнергии).

Экономический потенциал геотермальной энергии, то есть та часть технической ресурсной базы, которая может быть извлечена в условиях рыночной конкуренции на какой-то определенный момент времени в будущем, оценен на 2050 год в 10,1 ЕДж/год при прямом использовании и в 65,6 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствуют эквивалентной мощности 800 ГВт (по теплу) и 140 ГВт (по электроэнергии). Производство геотермальной электроэнергии оценивается на 2050 год в 1167 ТВт\*ч/год.

#### **Методика исследований**

При выполнении работы использовались следующие методы исследований:

- Обобщение, систематизация и сравнительный анализ гидродинамических, химических и температурных параметров термальных вод;
- методы геотермических исследований подземных вод (проведение геотермической съемки, определение геотермического градиента и оценка геотермального потенциала подземных вод).

Работа состоит из двух частей. Первая часть посвящена оценке мировых геотермальных ресурсов и их использованию для производства тепловой и электроэнергии. Вторая часть посвящена оценке геотермального потенциала подземных термальных вод Казахстана.

#### **Полученные результаты и их обсуждение**

Группа экспертов из Всемирной ассоциации по вопросам геотермальной энергии, которая произвела оценку запасов низко- и высокотемпературной геотермальной энергии для каждого континента, получила следующие данные по потенциалу различных типов геотермальных источников нашей планеты в **таблице 1**.

**Таблица 1 – Потенциал геотермальных источников энергии[1]**

Наименование континента	Тип геотермального источника		
	высокотемпературный, используемый для производства электроэнергии, ТДж/год		низкотемпературный, используемый в виде теплоты, ТДж/год (нижняя граница)
	традиционные технологии	традиционные и бинарные технологии	
Европа	1830	3700	>370
Азия	2970	5900	>320
Африка	1220	2400	>240
Северная Америка	1330	2700	>120
Латинская Америка	2800	5600	>240
Океания	1050	2100	>110
Мировой потенциал	11200	22400	>1400

Наибольший прогресс в этой области достигнут в США (2 946 МВт), на Филиппинах (2 031,8 МВт), в Мексике (953 МВт), Индонезии (807 МВт), Италии (810,5 МВт), Японии (560 МВт), Новой Зеландии, Исландии. Причем только на создание новых технологий в этих странах за последние 20 лет израсходовано около 2 млрд. долларов США. США, Филиппины и Индонезия - бесспорные лидеры, за ними следуют Мексика и Италия. Эти страны производят 77% всего геотермального электричества в мире. В России за три года мощности ГеоЭС увеличились в 6 раз и достигли 73 МВт. [6,7].

Казахстан также потенциально богат геотермальными ресурсами [2]. Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов Казахстана с температурой от 40°C до более 100°C оцениваются в 10275 млрд. м<sup>3</sup> по воде и в 680 млрд. Гкал по теплу, что эквивалентно 97 млрд. т.у.т. (тонна условного топлива) или 2,8 млрд. ТДж (таблица 2), что сопоставимо с ресурсами традиционных топливных источников тепла. Для сравнения: прогнозные запасы углеводородного сырья Казахстана составляют около 12 млрд. тонн нефти и конденсата (17,2 млрд. т.у.т.) и около 6-8 трлн. куб. метров газа (7-9,2 млрд. т.у.т.). Общие геологические запасы и прогнозные ресурсы угля в республике оцениваются в 150 млрд. тонн (101,0 млрд. т.у.т.) [12].

**Таблица 2** – Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов Казахстана [3]

Гидрогеологические области	Единица измерения	Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов по температурным зонам:			
		40-75°C	75-100°C	>100°C	Всего
Область горноскладчатых сооружений с интенсивным проявлением неотектонических движений	млрд. м <sup>3</sup> по воде	250	55	74	379
	млн. Гкал по теплу	5260	3690	6650	15600
	млн. т.у.т.	751	528	950	2229
	млн. ТДж	22	15	28	65
Область платформенных территорий	млрд. м <sup>3</sup> по воде	7290	1805	801	9896
	млн. Гкал по теплу	394180	155310	114730	664220
	млн. т.у.т.	56310	22186	16390	94886
	млн. ТДж	1650	650	480	2781
Всего оцененных запасов гидрогеотермальных ресурсов по Казахстану	млрд. м <sup>3</sup> по воде	7540	1860	875	10275
	млн. Гкал по теплу	399440	159000	121380	679820
	млн. т.у.т.	57061	22714	17340	97115
	млн. ТДж	1672	666	508	2846

Для территории Казахстана характерны пять геотермальных зон: до 20°C – холодные воды; 20-40°C – термальные, пригодные в бальнеологии, в парниковых и тепличных хозяйствах; 40-75°C – термальные воды, пригодные для централизованного теплоснабжения; 75-100°C – термальные воды, пригодные для централизованного теплоснабжения, а при больших напорах и расходах – для выработки электроэнергии; >100°C – термальные воды, пригодные для комплексного использования пара и горячей воды потенциала [4,5].

По условиям залегания и циркуляции термальных вод выделяются две группы: районы, расположенные в складчатых областях, испытавших интенсивное воздействие новейших тектонических движений. Термальные воды имеют локальное развитие и относятся к трещинно-жильному типу; районы эпипалеозойских платформ, краевых прогибов и межгорных впадин, выполненных мезозойскими и кайнозойскими отложениями с площадным распространением пластово-поровых и пластово-трещинных вод с минерализацией, не превышающей 35 г/л.

Наиболее перспективными районами проявления геотермальных вод являются Алматинский, Жаркентский, Арысский артезианские бассейны, где распространены подземные термальные воды невысокой минерализации, преимущественно 0,5-3 г/дм<sup>3</sup> и температурами на самоизливе от 50 - 60°С до 90-100°С. Востребованность геотермальных вод в этих районах обеспечивается близостью крупных населенных пунктов с развитой инфраструктурой [8,9].

Термальные подземные воды Арысского артезианского бассейна

Арысский артезианский бассейн расположен в пределах Южно-Казахстанской области.

В его разрезе термальные воды приурочены к меловым термоводоносным комплексам. Глубина вскрытия термальных вод достигает до 2000 м, минерализация их не выше 3 г/дм<sup>3</sup>. Производительность эксплуатационных скважин до 2000 м<sup>3</sup>/сут.

Потенциальные запасы термальных вод при фонтанной эксплуатации оценены в 171 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 2,1 млн. Гкал/год по теплу (0,3 млн. ТУТ/год), а при насосной эксплуатации - 4748 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 41,6 млн. Гкал/год по теплу (5,9 млн. ТУТ/год).

Термальные подземные воды Алматинского артезианского бассейна

Алматинский артезианский бассейн занимает западную часть Илийской впадины. В его разрезе вскрыты неогеновый и палеогеновый термоводоносные комплексы, глубины залегания которых в осевой части соответственно до 650 м и 1500-2600 м. Воды пластовые, напорные. Скважины обычно самоизливают с производительностью от 10-500 до 800-2200 м<sup>3</sup>/сут. Минерализация воды от менее 3 до 10-15 и более г/дм<sup>3</sup> при сульфатно-хлоридном и хлоридном натриевом составе. Температура воды на глубине 700-800 м до 40°С, а на глубине до 2600-3000 м - 75-84°С.

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 50-75°С неогенового термоводоносного комплекса оценены при насосной эксплуатации в 62 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 518 тыс. Гкал/год по теплу (74 тыс. ТУТ/год).

Термальные подземные воды Жаркентского артезианского бассейна

Жаркентский артезианский бассейн приурочен к одноименной депрессии в восточной части Илийской впадины. Термальные подземные воды здесь связаны с образованиями от мелового до триасового возраста.

*Меловой термоводоносный комплекс* является наиболее перспективным для эксплуатации. Глубина залегания его кровли увеличивается от предгорий к осевой части впадины от 20-150 до 3300 м и более.

На предгорной равнине хр. Кетмень (ур. Карадала) термальные воды залегают на глубине 300-600 м. Воды пластовые, напорные. Уровни устанавливаются на 20-70 м выше поверхности земли. Производительность скважин на самоизливе 900-12000 м<sup>3</sup>/сут. Воды обычно пресные (до 1 г/дм<sup>3</sup>), а их химический состав варьирует от гидрокарбонатного кальциевого до смешанного трех анионного натриевого и натриево-кальциевого. Пластовая температура воды 20-60°С.

В центральной части артезианского бассейна термоводоносный комплекс опробован на глубине 1400-2900 м. Воды высоконапорные, пьезометрические уровни устанавливаются на 70-240 м выше поверхности земли, расходы скважин на самоизливе 1900-5200 м<sup>3</sup>/сут. Минерализация воды менее 1 г/дм<sup>3</sup> при гидрокарбонатно-сульфатном и хлоридно-гидрокарбонатном натриевом составе. Температура воды на устье скважины составляет 47-96°С. В наиболее погруженных частях впадины температура воды ожидается 100-125°С.

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 40-120°С при фонтанной эксплуатации оценены в 51 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 927 тыс. Гкал/год по теплу (132 тыс. ТУТ/год), а при насосной эксплуатации - 206 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 3,4 млн. Гкал/год по теплу (485 тыс. ТУТ/год).

В центральной части бассейна по двум эксплуатационным участкам (Приилийский и Усекский) оперативные эксплуатационные запасы термоминеральных вод утверждены в количестве 4500 м<sup>3</sup>/сут [10,11].

Вместе с тем, анализ состояния практического использования геотермальных вод в Казахстане свидетельствует о крайне незначительной их современной востребованности. Наибольшим интересом геотермальные воды пользуются в бальнеологии – в ряде санаториев, курортов и профилакториев.

Согласно прогнозам экспертов технологического предвидения UNIDO следующие сто лет развития мировой экономики будут происходить в условиях стремительного истощения главных энергетических ресурсов, прежде всего нефти и газа, поэтому дальнейшее концептуальное развитие мировой энергетики будет ориентировано на использование альтернативных видов энергии. По мнению экспертов в третьем тысячелетии будет иметь большие перспективы самый «молодой» по времени промышленного освоения ресурс недр – *геотермальная энергия*, в виде горячих источников (горячая вода, пар), залегающих в недрах Земли.

#### **Выводы**

В настоящее время существует четыре схемы производства электроэнергии с использованием геотермальных ресурсов [13]:

- прямая с использованием сухого пара;
- непрямая с использованием водяного пара;
- смешанная схема производства;
- бинарный цикл.

Тип преобразования зависит от состояния среды (пар или вода) и ее температуры.

Ввиду того, что температура термальных вод Казахстана, в основном, не превышает 100°C, единственным практически реализуемым вариантом для производства электроэнергии от геотермального потока с такой температурой является бинарная технология.

В последние десятилетия производство электроэнергии с использованием технологии бинарного цикла приобретает все большую популярность. Такая технология является надежной и практически не имеет влияния на окружающую среду, кроме этого, позволяет использовать жидкости из менее горячих термальных источников, путем нагревания рабочей жидкости с более низкой температурой кипения [14].

При переходе республики на рельсы «зеленой экономики» практическая реализация проектов освоения гидрогеотермальных ресурсов на перспективных площадях Южного Казахстана представляет возможность обоснования на конкретных примерах экономической, социальной и экологической эффективности и преимущества комплексного использования термальных вод.

#### **Список литературы**

1. Жеваго В.С. Геотермия и термальные воды Казахстана. – Алма-Ата, 1972. – 256 с.
2. Бондаренко Н.М., Жеваго В.С., Кан М.С. и др. Термоаномалии подземных вод Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 84 с.
3. Тепловой режим и геотермальная энергия недр Южного Казахстана. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1976. – 168 с.
4. Подземные термальные воды Казахстана. – Алма-Ата, 1990. – 92 с.
5. Месторождения подземных вод Казахстана. Том III. Минеральные лечебные и термальные (теплоэнергетические) подземные воды / Справочник. – Алматы, 1999. – 180 с.
6. Джакелов А.К. Формирование подземных вод Чу-Сарысуйского артезинского бассейна. – Алматы: «Ғылым», 1993. – 240 с.
7. Курмангалиев Р.М., Муртазин Е.Ж. Минеральные воды Большого Тургая. – Самара, 1996. – 120 с.
8. Мухамеджанов М.А., Антипов С.М. Гидрогеология подсолевых отложений восточной части Прикаспийской впадины (в связи с нефтегазоносностью). – Алматы: «Ғылым», 1990. – 184 с.

9. Сыдыков Ж.С. и др. Гидрогеотермические условия Арало-Каспийского нефтегазодносного региона. – Алматы: Наука, 1977. – 184 с.
10. Водные ресурсы Казахстана (Поверхностные и подземные воды, современное состояние). Справочник. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 596 с.
11. Мухамеджанов С.М. Состояние, перспективы изучения и использования геотермальных вод Казахстана. /Фундаментальная и прикладная гидрогеотермия. – Алма-Ата, 1990. – С. 20-29.
12. Проект Концепции стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года // Вестник КазНАЕН, 2013. – №2. – С. 16-66.
13. Геотермальные электростанции: [knowledge.albest.ru/physics/3c0...](http://knowledge.albest.ru/physics/3c0...)
14. Гонэт А., Васючков Ю.Ф., Слива Т. Преобразование низкотемпературной геотермальной энергии в электрическую// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – вып. №4. – 2004. – С.181-184.

## POTENTIAL AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDRO-GEOTHERMAL ENERGY OF NATURAL AND ECONOMIC SYSTEMS OF KAZAKHSTAN

**Kan S.M<sup>1</sup>., Itemen N.M<sup>2</sup>., Tleuova Zh.T<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Institute of Hydrogeology and Geoecology, Almaty, Republic of Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Kazakh National Research Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

The article discusses the development of alternative energy sources, as well as the potential and prospects for the development of hydro-geothermal energy in Kazakhstan. To ensure the energy security of the state, the need to develop the production of alternative types of energy was noted. Among non-traditional energy sources, geothermal energy-heat generated naturally in the Earth's interior-ranks second, second only to solar radiation. The world experience in geothermal energy is also shown. The description of geothermal zones on the territory of Kazakhstan is given and the most promising artesian basins containing thermal waters are identified. The natural reserves of hydro-geothermal resources of Kazakhstan are estimated with a temperature from 40°C to more than 100°C. Due to the fact that the temperature of the thermal waters of Kazakhstan, in general, does not exceed 100°C, only practical option for generating electricity from a geothermal stream with such a temperature is binary technology.

**Key words:** hydrogeothermal energy, alternative energy sources, thermal waters, binary technology, artesian basins.

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ГИДРОГЕОТЕРМАЛДЫҚ ЭНЕРГЕТИКАСЫН ДАМУДЫҢ ӘЛЕУЕТІ МЕН БОЛАШАҒЫ

**Қан С.М<sup>1</sup>., Итемен Н.М<sup>2</sup>., Тлеуова Ж.Т<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Гидрогеология және геоэкология институты, Алматы,*

<sup>2</sup>*Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы,*

### **Аңдатпа**

Мақалада баламалы энергия көздерін дамыту, сондай-ақ Қазақстандағы гидрогеотермиялық энергияны дамытудың әлеуеті мен болашағы туралы айтылады. Мемлекеттің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін энергияның баламалы түрлерін өндіруді дамыту қажеттілігі атап өтілді. Дәстүрлі емес энергия көздерінің ішінде геотермиялық энергия - Жердің ішегінде табиғи түрде пайда болатын жылу, күн радиациясынан кейінгі

екінші, екінші орында тұр. Геотермалдық энергия саласындағы әлемдік тәжірибе көрсетілген. Қазақстан аумағындағы геотермалдық аймақтарға сипаттама беріліп, құрамында термалды сулары бар артезиан алаптары анықталды. Қазақстандағы температурасы 40°C-тан 100°C-қа дейін болатын гидрогеотермалды ресурстардың табиғи қоры бағаланды. Қазақстандағы термалды сулардың температурасы, жалпы алғанда, 100°C-тан аспайтындығына байланысты, мұндай температурада геотермалдық ағыннан электр энергиясын өндірудің бірден-бір мүмкін нұсқасы бинарлық технология болып табылады.

**Кілт сөздер:** гидрогеотермалды энергия, баламалы энергия көздері, термалды сулар, бинарлық технология, артезиан алаптары.

**УДК 556.3:556.51**

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ВОДОСБОРАХ БАСЕЙНА РЕКИ ТОБЫЛ

**Козыкеева А.Т., Мустафаев Ж.С., Тастемирова Б.Е.**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет*

### **Аннотация**

На основе системного анализа принципов и концепции эффективного и рационального водопользования в водосборах речного бассейна сформирована информационно-аналитическая база данных, учитывающая все природные и антропогенные компоненты использования водных ресурсов, разработана структурная схема исходных данных и их алгоритм геоэкологического анализа, произведена оценка и условия водопользования водосбора бассейна реки Тобыл, являющихся объектом исследования в области сбалансированного водопользования и обеспечения устойчивости качества природных и возвратных вод, которые определили необходимость разработки структуры информационно-аналитической базы исследований и геоэкологического анализа и оценки водопользования в отраслях экономики региона.

**Ключевые слова:** анализ, оценка, условия, водопользования, схема, структура, геоэкология, водных ресурсов.

### **Актуальность**

Водные ресурсы водосбора речных бассейнов выполняющих социальные, экологические и экономические функции, которые обеспечивают жизнедеятельность биосферы и природно-хозяйственной деятельности человека, являются антропогенными факторами различного происхождения, определяющих геоэкологические условия формирования природно-техногенного комплекса.

Водосбор бассейна реки Тобыл расположен в специфическом природно-климатическом и экономико-производственном регионе и в силу геополитических, географических, геоэкологических аспектов имеет особенное значение для устойчивого развития северных регионов Республики Казахстан, что требует соблюдения регламентов любой хозяйственной деятельности, включая водопользование.

В связи с этим оценка региональной особенности формирования гидрологического режима реки Тобыл, присущее в степной зоны Северного Казахстана и их влияния на экологическую устойчивость природной системы в условиях интенсивного использования природно-ресурсного потенциала, определение социальных, производственных и сельскохозяйственных нагрузок на водосбор бассейна реки Тобыл становятся важными задачами организации водной безопасности региона.

**Цель исследований** – разработка теоретического и методического обеспечения изучения геоэкологических условий формирования коммунально-бытовых, сельскохозяйственных и производственных водопользований для принятия оптимальных решений в водосборных территориях бассейна реки Тобыл.

### Материалы и методы исследований

Совершенствование технологического процесса использования и управления водных ресурсов является одной из главных проблем обеспечения устойчивого водопользования в XXI веке, сформировавшейся в рамках концепции «устойчивого развития» принятых концепцией «Повестка XXI век» в 1992 году в Рио-де-Жанейро [1]. Основным принципом устойчивого развития является постулат о том, что удовлетворение потребностей настоящего поколения не должно ставить под угрозу существование будущих поколений и их способность удовлетворять свои нужды, являются основополагающим документом, положившие начало формированию нового типа взаимоотношений между человеком и природой, предполагающих дальнейшее ускорение экономического роста при обязательном условии соблюдения требований окружающей среды [1].

### Результаты исследований

Водные ресурсы водосбора речных бассейнов, являющихся одним из основных компонентов природной среды и выполняющих средообразующие функции, в связи с интенсивным использованием их в хозяйственной деятельности в XX веке привело к качественному и количественному изменению природных характеристик воды, ухудшению водных и около водных экосистем, которые привели к истощению и деградации водных объектов [2].

В связи с этим, для обеспечения достоверности и надежности полученных результатов в ходе исследования возникает необходимость формирования информационно-аналитической базы данных, учитывающих всех природные и антропогенные компоненты, требующие разработки структурной схемы исходных данных применительно к водосбору бассейна реки Тобыл, характеризующих водохозяйственную деятельность (**рисунок 1**).



**Рисунок 1-** Структура исходных информационно-аналитической базы данных для оценки водохозяйственной деятельности водосбора бассейна реки Тобыл

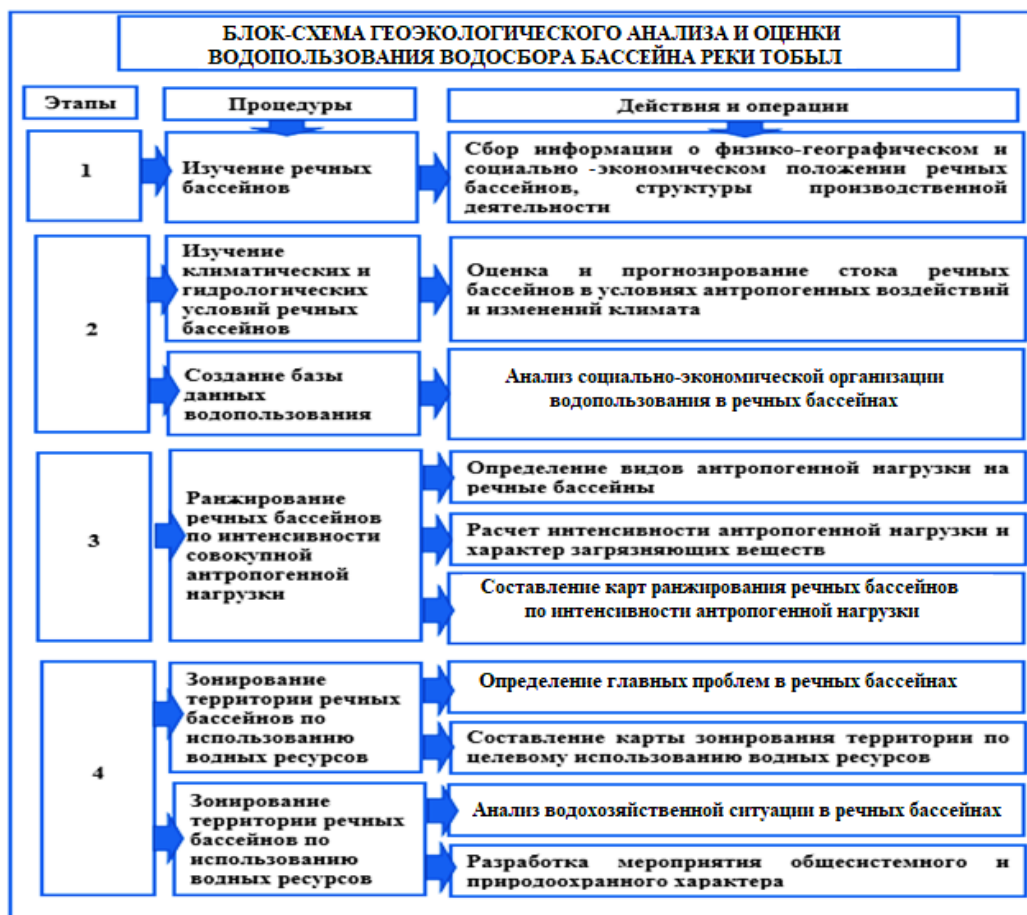
В последнее время в области водохозяйственной деятельности сформирован методологический подход, обеспечивающий дальнейшее совершенствование концепции геоэкологической основы водной безопасности, включающий гидрологические и геохимические функции водосбора речных бассейнов, на основе экологических ограничений в сфере антропогенной деятельности человека [3; 4]. При этом понятие геоэкологической безопасности водосбора речных бассейнов означает, что взаимодействие природной и антропо-



генной деятельности, с точки зрения сохранения качества среды обитания человека, должна выполнять ряд необходимых требований, обеспечивающих их экологической устойчивости [3; 4; 5; 6].

Проблематика водной безопасности водосбора речных, регулирования и управления условиями функционирования водопользования находятся в структуре многофункциональной системе «природа - общество». В связи с этим геосистемный подход к решению этих проблем должен быть интегральным и учитывать особенности формирования социальных, экологических и экономических ситуаций в условиях антропогенной деятельности. В условиях интенсивного преобразования природной системы водосбора речных бассейнов для расширения производственной деятельности человека, проблему обеспечения устойчивости качества и количество водных ресурсов можно обеспечить только на основе геоэкологического подхода природопользования.

Анализ структуры и динамики водопользования в сферах экономики в водосборах бассейна реки Тобыл, включают в себя изучение их в рамках административных районов Костанайской области, которые позволяют определить направленность и интенсивность водопользования и антропогенной деятельности с использованием линейных трендов, которые могут быть с высокой достоверностью и надежностью реализованы на основе алгоритма геоэкологического анализа и оценки водопользования водосбора бассейна реки Тобыл (рисунок 2).



**Рисунок 2-** Блок-схема геоэкологического анализа и оценки водопользования водосбора бассейна реки Тобыл

Информационно-аналитический алгоритм геоэкологического анализа и оценки водопользования водосбора бассейна реки Тобыл разработан на основе геоинформационного алгоритма исследования регионального водопользования в речных бассейнах Республики

Бурятия [7], является их упрощенной модификацией, направленных на решения частных вопросов речных бассейнов, позволяющих пространственно-временной анализ и интегральную оценку антропогенного воздействия для районирования территории по целевому использованию водных ресурсов и оптимизации управленческих решений, которые реализуются в рамках четырёх этапов организационного процесса:

- на первом этапе - сбор информации-аналитических материалов о физико-географическом и коммунально-бытовом, сельскохозяйственном и промышленном положении, характеризующих основные направления водопотребления речных бассейнов и являющихся базой научных исследований;

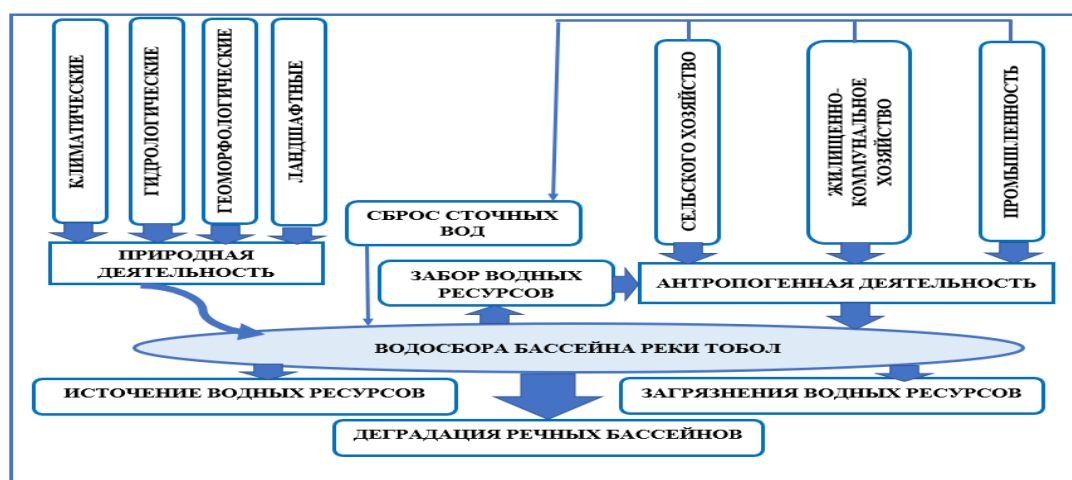
- на втором этапе – систематизация и структурный анализ природных условий формирования гидрологического режима и эколого-экономических факторов водопользования в условиях изменения климата и антропогенной деятельности;

- на третьем этапе – выявления вида и интенсивности антропогенной нагрузки и характера загрязняющих веществ на водосборе речного бассейна;

- на четвертом этапе в результате системного анализа и обработки информационно-аналитических материалов, определение главных проблем и водохозяйственной ситуации, разработка мероприятия общесистемного и природоохранного характера и составление карты зонирования территории водосбора речных бассейнов по интенсивности антропогенной нагрузки и целевому использованию водных ресурсов.

Таким образом, в разнообразных природно-климатических условиях и специфичность природно-техногенного комплекса в степной зоне Северного Казахстана, где расположен водосбор бассейна реки Тобыл, отличается особенностью формирования гидрологического режима и использования водных ресурсов в отраслях экономики региона, определяет характер антропогенной деятельности и нагрузки природной системы в целом, которые отражаются геоэкологическими условиями водопользования. В связи с этим, геосистемный подход к решению локальных проблем водопользования в водосборах бассейна реки Тобыл, обеспечивающих водную безопасность и устойчивое развитие региона требует необходимости, разработать инженерно-технические мероприятия для предотвращения загрязнения их возвратными водами природно-техногенного комплекса и совершенствования методов их геоэкологической оценки.

Разработка принципов формирования геоэкологических исследований водопользования в водосборах речных бассейнов требует необходимости разработки прикладной модели управления природно-техногенными комплексами в условиях интенсивного использования их природных ресурсов, для поиска принятия оптимальных управленческих решений (рисунок 3).



**Рисунок 3-** Геоэкологические условия водопользования водосбора бассейна реки Тобыл

## **Выводы**

Геоэкологический подход в изучении формирования и использования водных ресурсов в водосборах бассейна реки Тобыл и оценке характера и интенсивности антропогенной деятельности с целью разработки системы комплексных мероприятий по обеспечению устойчивого развития и водной безопасности на фоне изменения климата, требует необходимости всестороннего изучения функциональной деятельности водных объектов.

## **Список литературы**

1. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро (рус. перевод). – Женева: Центр «За наше будущее», 1993.
2. Жерелина И.В. Устойчивое водопользование: содержание понятия, базовые концепции // Механизм регулирования экономики. – 2008. – №3. – Т.1(35). – С. 98-109.
3. Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л., Христофоров А.В. Мониторинг гидрологических процессов и повышение безопасности водопользования.– М.: Географический факультет МГУ, 2011. – 367 с.
4. Фролова Н.Л. Гидроэкологическая безопасность водопользования: автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. – М., 2012. – 48 с.
5. Цибудеева Д.Ц. Геоэкологические условия водопользования в речных бассейнах республики Бурятия: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук.- Барнаул, 2014.- 202 с.

## **THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF STUDYING THE GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF WATER USE IN THE DRAINS OF THE TOBOL RIVER BASIN**

**Kozykeyeva A.T., Mustafayev Zh.S., Tastemirova B.E.**

*Kazakh National Agrarian Research University*

### **Abstract**

On the basis of a systematic analysis of the principles and concepts of effective and rational water use in the catchments of the river basin, an information and analytical database was formed that takes into account all natural and anthropogenic components of the use of water resources; Tobol, which are the object of research in the field of balanced water use and ensuring the sustainability of the quality of natural and return waters, which determined the need to develop the structure of the information and analytical research base and geoecological analysis and assessment of water use in the sectors of the regional economy.

**Keywords:** analysis, assessment, conditions, water use, scheme, structure, geoecology, water resources.

## **ТОБЫЛ ӨЗЕНІНІҢ СУЖИНАУ АЛАБЫНЫҢ СУДЫ ПАЙДАЛАНУЫНЫҢ ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ**

**Қозыкеева Ә.Т., Мұстафаев Ж.С., Тастемирова Б.Е.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті*

### **Аңдатпа**

Өзеннің сужинау алабының суын тиімді және үнемді пайдаланудың қағидалары мен тұжырымдамаларын жүйелік талдаудың негізінде, Тобыл өзенінің сужинау алабының барлық табиғи және антропогендік құрылымын ескеретін, ақпараттық-талдау қорының

мәліметтерін қалыптастыруға арналған, геоэкологиялық талдаудың реттік жолдары, суды пайдалануды бағалау және жағдайының мәліметтерінің құрылымдық желісі құрылған және ол су ресурстарын арттыру, тиімді және ұтымды пайдалану, ауыз су мен төгінді суларды тазартудың мөлшерленген сапасын қамтамасыз ету, су нысандарын қорғау, сондай-ақ суды пайдаланудың орнықтылығын және экологиялық қауіпсіздігіне қол жеткізу және сақтауға арналған басқарушылық шешімдерді уақытылы қабылдау саласындағы зерттеулердің негізгі бөлігі болып табылады.

**Кілт сөздер:** талдау, бағалау, жағдай, суды пайдалану, желі, құрылым, геоэкология, су ресурстары.

УДК 551.482.214

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ ИЛЕ И ЕГО ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ

Кулбекова Р.А.

*АО «Институт географии и водной безопасности»*

### **Аннотация**

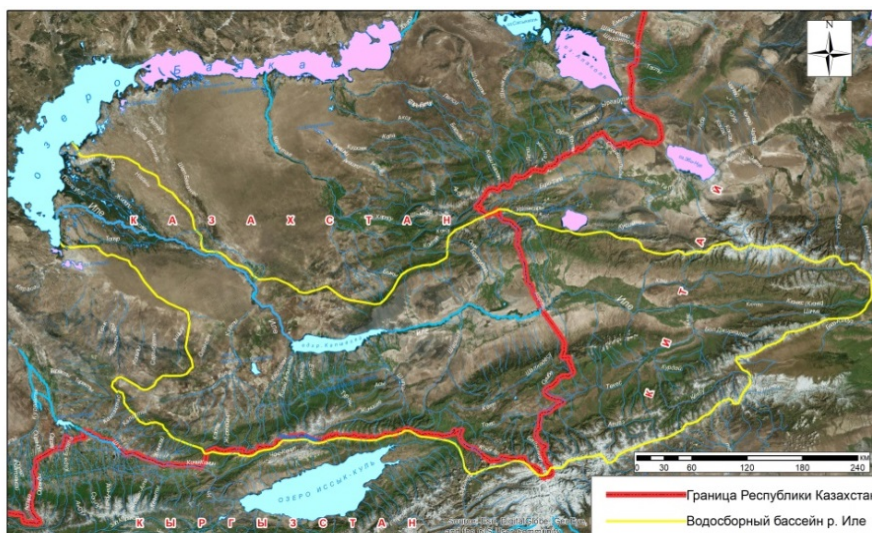
В данной работе приведены результаты анализа гидрохимического режима реки Иле, основных притоков и их изменений во времени. На основе проведенных исследований рассмотрена изменчивость компонентного состава водной среды по всей длине реки Иле.

**Ключевые слова:** гидрохимический режим, поверхностные воды, минерализация, ионный состав, река, притоки.

### **Введение**

*Река Иле* – является одной из крупнейших трансграничных рек Казахстана и главным водотоком Балкашского бассейна (**рисунок 1**). Одна из ее составляющих – р. Текес, берет начало в Казахстане на северо-восточных склонах хребта Терискей Алатау, затем течет по территории Китая, где сливается с реками Кунес и Каш, на 205 км от слияния снова входит в пределы Казахстана многоводной рекой и на 1001 км впадает в оз. Балкаш. Общая длина реки составляет 1439 км, в Казахстане – 815 км. Общая площадь бассейна р. Иле – 140 000 км<sup>2</sup>, из них 77 400 км<sup>2</sup> на территории Казахстана [1]. На территории Казахстана формируется порядка 30% водных ресурсов р. Иле. Кроме рек Шарын и Шелек, в левобережной части бассейна в среднем течении р. Иле принимает еще ряд горных рек: Турген, Есик, Талгар, Каскелен с притоками Киши и Улкен Алматы. Наиболее крупными притоками в правобережной части р. Иле являются реки Коргас, Осек и Борохудзир. В 1970-х годах р. Иле была затоплена в ущелье Капшагай, для сооружения одноименного водохранилища, которое является одним из крупнейших в республике, основное его назначение – энергетическое и ирригационное.

Главными водопотребителями рассматриваемого водного объекта являются сельское хозяйство, включающее орошаемое земледелие и сельскохозяйственное водоснабжение. Незначительные доли водозабора в регионе распределяют жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность, энергетика и рыбное хозяйство, также гидроэнергетика, рекреационные хозяйство и др. [1].



**Рисунок 1 – Бассейн реки Иле**

Изучение процессов формирования химического состава природных вод является важнейшей частью гидрохимических исследований, посвященных выяснению условий и причин изменения состава вод водных объектов в пространстве и времени. По сравнению с другими водными объектами реки обладают наибольшей изменчивостью химического состава воды во времени. К числу основных факторов, определяющих эти изменения О.А.Алекин [2], относит характер питания реки, зависящий в свою очередь от количества выпадающих атмосферных осадков, условий таяния снега, особенностей геологического строения, засоленности почво-грунтов водосбора и др.

Сведения по гидрохимическому режиму и токсикологическому состоянию р. Иле и ее притоков опубликованы в исследованиях [3-9]. По динамике гидрохимического режима и токсикологических параметров, также результаты исследования, связанные с расчетами стока химических веществ по реке Иле, включая объемы их трансграничного притока из территории КНР приводятся в работах [10-13].

#### **Методика исследований**

Постоянный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне р. Иле по гидрохимическим параметрам осуществляется РГП «Казгидромет» [14], эти материалы были существенно дополнены и данными собственных полевых исследований. В целях определения гидрофизических и гидрохимических показателей в экспедиционных условиях использовались современные физические приборы: многопараметрический портативный прибор «Horiba» U-53 (Япония), термодоксиметр CONSORT C933 (Бельгия), рН-метр HANNA (США) и др. Гидрофизические и гидрохимические параметры определялись в соответствии с общепринятыми методическими руководствами [15, 16] и ГОСТами [17,18], принятыми в Государственной системе экологического мониторинга РК.

#### **Результаты и их обсуждение**

По величине минерализации воды рек Иле-Балкашского бассейна могут быть отнесены к маломинерализованным, а по величине жесткости – к числу очень мягких. Преобладающими ионами в воде этих рек в большинстве случаев являются  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , индекс воды по Алекину  $S_{\text{Ca}}^{\text{Ca}}$ . Содержание сульфатов и хлоридов незначительное. Реки бассейна Иле и их участки относятся к сильно загрязненным – они утратили способность к самоочищению и не пригодны для всех видов водопользования. К ним относятся реки бассейна рек Каскелен, Улкен и Киши Алматы, отдельные участки рек Талгар, Есик. Общая минерализация воды в притоках р. Иле колеблется от 140 до 465 мг/дм<sup>3</sup> [14]. В естественных условиях река Иле и ее притоки (Каскелен, Есик, Турген, Шелек, Талгар и т.д.) являлась по химическому составу воды типичной для горных рек маломинерализованной гидрокарбонатно-кальциевого характера. После зарегулирования стока р. Иле Капшагайским водохра-

нилицем естественный гидрохимический режим был нарушен за счет увеличения минерализации воды в нижнем течении. Также в ионном составе реки отмечается тенденция увеличения концентрации сульфатов, хлоридов, натрия и калия, магния, напротив ионы гидрокарбонатов и кальция сократились.

Результаты сравнительного анализа химического состава воды реки Иле показали, что в 2004-2014 гг. по величине суммы ионов 316-385 мг/дм<sup>3</sup> водный сток относился по группе минерализации вод О.А. Алекина ко второму классу – со средней минерализацией (рисунок 2). Из анионов доминируют ионы HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, на втором месте находятся ионы SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. По составу катионов с 2004 по 2014 год вместо кальция преобладали Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>. Изменение в катионном составе носит временный характер, так как это обусловлено увеличением минерализации воды под воздействием водохранилища. В настоящее время для реки Иле типичен следующий порядок расположения главных ионов: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>Cl<sup>-</sup>; Ca<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>>Mg<sup>2+</sup>. Таким образом, в большинстве случаев преобладающими ионами р. Иле являются ионы HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и Ca<sup>2+</sup>, индекс по Алекину C<sup>Ca</sup><sub>II</sub> (гидрокарбонатно-кальциевый второго типа) (рисунок 3). Вода умеренно жесткая, жесткость составляет 3,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Среднее pH – 7,9, то есть речной сток является слабощелочным.

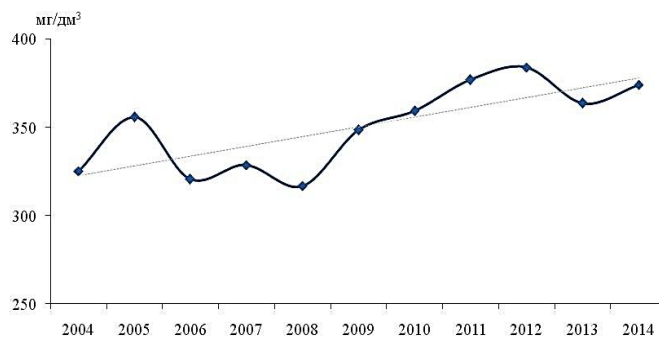


Рисунок 2 – Динамика среднегодовых значений минерализации воды р. Иле

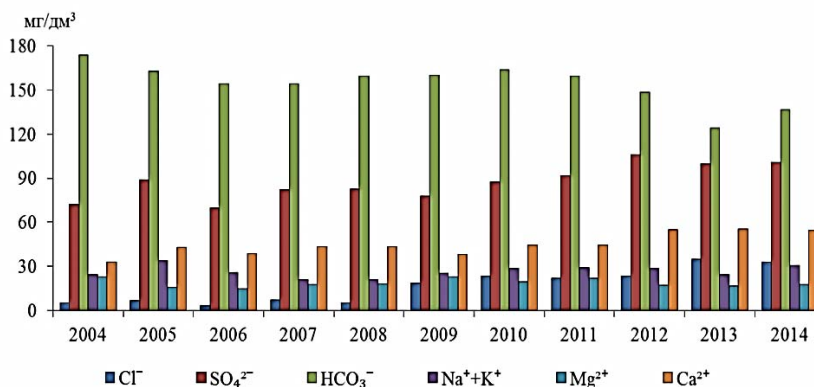


Рисунок 3 – Многолетняя динамика изменения концентрации главных ионов воде р. Иле

Результаты собственных исследований гидрофизических и гидрохимических параметров р. Иле и основных его притоков впадающих в Капшагайское водохранилище (Шелек, Есик, Талгар, Улкен и Киши Алматы, Каскелен) изучались нами в 2014 и 2015 гг. [19].

За период исследования температура воды изученных рек менялась в интервале от 10,7 до 25,7<sup>0</sup>С (таблица 1). Величина прозрачности воды впадающих рек при глубинах 0,2-0,6 м была 0,1-0,5 м, что связано транспортировкой речной воды большого количества наносов.

Значение pH речных вод в целом находится в области слабощелочной реакции, но 2015 г. на реках Шелек и Есик эта величина была выше 8,9 и 8,7, соответственно, что указывало на щелочную реакцию воды. В воде устьевой части некоторых рек pH значительно возрастает по сравнению с верховьем.

Результаты по кислородному режиму изучаемых речных вод варьируют в пределах нормального насыщения  $8,90-17,4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (102-148%), но в 2015 г. отмечено значительно высокое содержание кислорода –  $17,4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (208%) в устьевой части р. Шелек. Концентрация органических веществ (по перманганатной окисляемости) в целом невысока до  $6,20 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ .

Вода в рассматриваемых реках, по классификации О.А. Алекина [2], слабо минерализована, в реках Талгар и Есик она отличалась малой минерализацией  $95,0-178 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . Стоки рек Иле и Шелек, как и остальных рек характеризуются слабой минерализацией (в среднем  $331 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ). Более существенный рост минерализации воды регистрируется по течению рек Киши Алматы и Каскелен до 492 и  $571 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , соответственно. По ионному составу воды р. Иле и ее притоков относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе (согласно квалификации О.А. Алекина).

**Таблица 1** – Некоторые гидрофизические и гидрохимические показатели рек

Река	Годы	Температура, °С	рН	Кислород		Окисляемость, мгО/дм <sup>3</sup>	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>
				мг/дм <sup>3</sup>	%		
Иле	2014	10,7	8,14	15,8	148	6,10	322
	2015	18,5	8,20	9,26	102	3,68	342
Шелек	2014	11,4	8,18	12,4	133	6,20	369
	2015	23,0	8,90	17,4	208	1,60	293
Есик	2014	18,1	8,73	12,6	137	3,12	178
	2015	22,5	8,70	9,40	111	3,36	133
Талгар	2014	11,7	8,37	13,1	124	4,96	95,0
	2015	16,9	8,10	10,1	107	3,52	96,0
Киши Алматы	2014	16,6	8,50	12,3	122	6,08	455
	2015	21,7	8,10	8,90	104	5,76	492
Улкен Алматы	2014	18,2	8,61	11,3	123	5,28	127
Каскелен	2014	20,6	8,70	11,4	130	5,04	571
	2015	25,7	8,40	9,70	122	3,52	487

### Выводы

На основе данных многолетних наблюдений РГП «Казгидромет», также собственных исследований, можно прийти к выводу, что гидрохимический режим реки Иле и его притоков, соответствует нормативным требованиям для водоемов рыбохозяйственного назначения с некоторыми изменениями в гидрохимическом режиме рек:

- некоторые изменения наблюдались в величине прозрачности рек связанное с транспортировкой речной воды большого количества взвешенных наносов, которые были характерны для всех рассматриваемых рек;

- для рек Шелек и Есик из-за влияния фотосинтетических процессов величина рН среды увеличивается в весенний период, в период весеннего половодья;

- высокое содержание растворенного кислорода зафиксировано в р. Шелек, видимо это было связано с усилением продукционных процессов;

- речные воды в целом относятся к маломинерализованным. Для рек Киши Алматы и Каскелен отмечается повышенная минерализация, что обусловлено влиянием почвенных, гидрогеологических условий речных бассейнов. Изменения, происходящие в гидрохимическом режиме рек, также зависят и от антропогенных факторов, поскольку они протекают через города и крупные населенные пункты.

## Список литературы

1. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. – Алматы, 2015. – 582 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
3. Тарасов М.Н. Гидрохимия оз. Балхаш. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 222 с.
4. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В. и др. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Каганат, 2014. – Т. 1. – 744 с.
5. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. Под редакцией Т.К. Кудекова. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2002. – 388 с.
6. Амиргалиев Н.А. Тяжелые металлы в воде трансграничной зоны р. Иле // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2015. – №1. – С. 61-67.
7. Амиргалиев Н.А. О зависимости между минерализацией, ионным составом и водным стоком реки Иле // «Вопросы географии и геоэкологии». – Алматы, 2015. – №4. – С. 20-27.
8. Амиргалиев Н.А. Полихлорированные бифенилы в водной экосистеме Иле-Балкашского бассейна. – Алматы: ТОО «Нурай Принт Сервис», 2016. – 192 с.
9. Романова С.М., Турсунов Э.А., Достай Ж.Д., Казангапова Н.Б. Гидрохимия реки Иле и ее притоков // Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2011. – №4(64). – С. 183-187.
10. Амиргалиев Н.А., Бектурсунов К.Е., Исмуханова Л.Т., Кулбекова Р.А. Изучение зависимости режима тяжелых металлов от водного стока в трансграничной зоне р. Иле // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2015. – №2. – С. 9-14.
11. Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т., Бектурсунов К.Е., Кулбекова Р.А. Трансформация гидрохимических и токсичных соединений в воде и донных отложениях по течению р. Или на территории Казахстана // Журнал «Вода magazine». – Москва, 2016. – №9 (109). – С. 38-43
12. Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т. Трансграничный приток минеральных солей и токсичных соединений по р. Иле // «Вопросы географии и геоэкологии». – Алматы, 2012. – №1. – С. 20-28.
13. Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т., Кулбекова Р.А., Мадибеков А.С., Мұсақұлқызы А. «Биогенный сток реки Или, его трансформация по течению и вынос в озеро Балхаш» // Труды VI Всероссийского симпозиума с международным участием «Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах» конференция посвящена 30-летию ИВЭП СО РАН и Году экологии в России, 28 августа-1 сентября 2017 г. Барнаул, 2017. – С. 8-12.
14. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды. Выпуски с 2004 по 2014 гг.
15. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
16. Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – Вып. 1. – 145 с
17. ГОСТ 17.1.3.08 – 82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод. – Введен 1983 – 01 – 01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 4 с.
18. СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 «Общие требования к отбору проб». – Введен 2005– 01 – 01. – Астана, 2005. – 60 с.
19. Оценка уровня загрязненности полихлорированными бифенилами водных экосистем крупных трансграничных бассейнов – важный шаг к реализации национальных задач по Стокгольмской конвенции о СОЗ: отчет о НИР ТОО «Институт географии» (заключительный). – Алматы, 2015 г. – 165 с. – № ГР 0113РК00747.



## ІЛЕ ӨЗЕНІ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗГІ САЛАЛАРЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІ

**Кулбекова Р.А.**

*«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ*

### **Андатпа**

Бұл жұмыста Іле өзені және оның салаларының гидрохимиялық режимі мен оның уақыт аралығындағы өзгеруін талдау нәтижелері келтірілген. Жүргізілген зерттеулер негізінде Іле өзенінің бойымен судың компоненттік құрамының өзгергіштігі қарастырылған.

**Кілт сөздер:** гидрохимиялық режим, жер үсті сулары, минералдану, иондық құрам, өзен, өзен салалары.

## HYDROCHEMICAL REGIME OF THE ILE RIVER AND ITS MAIN TRIBUTARIES

**Kulbekova R.A.**

*JSC «Institute of Geography and water security»*

### **Abstract**

The work shows the results of the analysis of the hydrochemical regime of the Ile River, its tributaries and their changes over time. On the basis of the conducted studies, the variability of the component composition of the water environment along the length of the Ile River is considered.

**Keywords:** hydrochemical regime, surface water, mineralization, ionic composition, river, tributaries.

**УДК 556.5:519.233.5**

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА Р. ЕСИЛЬ

**Махмудова Л.К.<sup>1</sup>, Молдахметов М.М.<sup>2</sup>, Канатұлы Ә.<sup>1</sup>, Жакен Қ.<sup>1</sup>, Абиев М.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,*

<sup>2</sup>*Международный Таразский инновационный институт, Тараз, Республика Казахстан*

### **Аннотация**

Работа посвящена анализу временных рядов годового стока рек бассейна р. Есиль. Рассматривается применение метода линейного тренда для анализа многолетних рядов наблюдений за стоком с целью обнаружения влияния хозяйственной деятельности. Оценка рядов наблюдений годового стока рек Есильского водохозяйственного бассейна на нестационарность или стационарность рассматривалась за три периода: 1933-2016 гг., 1933-1973 гг. и 1974-2016 гг. Полученные статистические материалы послужат основой для научных обобщений исследований по рассматриваемой территории, а также могут быть использованы для практических целей при гидротехническом проектировании, оценке природных угроз и принятия соответствующих превентивных решений.

**Ключевые слова:** среднегодовой сток, оценка антропогенного влияния на сток, линейный тренд, уравнение линейного тренда, значимость тренда.

## **Введение**

При проектировании гидротехнических сооружений необходимо учитывать вероятность наступления трендов в вековых и внутривековых циклах. Особенно актуальна эта задача для тех регионов, где в последние десятилетия антропогенная нагрузка на гидрологические объекты возрастает в связи с недостаточностью водных ресурсов. Вопросы оценки влияния хозяйственной деятельности на речной сток издавна привлекали внимание исследователей, изучению влияния различных факторов хозяйственной деятельности на режим стока и его годовую величину посвящены работы многих гидрологов [1-6].

### **Методика исследований**

Оценка антропогенного влияния на сток и водный режим основывается на применении двух основных групп методов. К первой группе относятся методы анализа многолетних колебаний стока в опорных гидрологических створах и определяющих его факторов, в интегральном виде учитывающих влияние хозяйственной деятельности, если она оказывают доминирующее влияние на изменение естественного режима стока на водосборе.

Ко второй группе относятся воднобалансовые методы, основанные на анализе элементов водного баланса угодий или территорий с преобразованным стоком под влиянием каждого отдельного вида хозяйственной деятельности. Преимущества и недостатки различных способов и приемов расчета оценки воздействия антропогенных факторов на сток, а также возможность их применения описаны в работах И.А. Шикломанова [1, 5].

При оценке влияния комплекса хозяйственных мероприятий на речной сток применяется ряд приемов первой группы методов, а именно:

- сравнение характеристик стока совместно с метеорологическими факторами за различные периоды времени;
- качественная оценка изменения по интегральным графикам стока и осадков;
- восстановление естественных значений стока по методу множественной линейной корреляции и сравнение их с наблюдаемыми фактическими значениями;
- статистическая проверка однородности гидрологических рядов с помощью различных критериев (критерия Стьюдента для установления различий средних значений двух выборок; критерия Фишера для проверки равенства дисперсий двух выборок; непараметрических критериев Вилкоксона и Колмогорова-Смирнова);
- построения нормированных разностных интегральных кривых стока и т.д.

Первая группа методов может дать положительные результаты при условии, если физико-географические факторы сравниваемых периодов, в первую очередь, климатические, одинаковы. Поэтому при их применении необходимо исключить факторы, не зависящие от хозяйственной деятельности, или, иными словами, необходимо привести сток сравниваемых периодов к однородным условиям, исключив при этом влияние прочих видов хозяйственной деятельности.

Большое распространение для оценки влияния хозяйственной деятельности получили различного рода способы восстановления естественных гидрологических характеристик исследуемой реки по рекам-аналогам, имеющим ненарушенный режим [7]. Для восстановления обычно используется простая парная корреляция или строятся графики связи интегральных величин стока (так называемая двойная интегральная кривая), выраженных в абсолютных или относительных величинах. При использовании данного способа, так же как и при использовании парной и множественной линейной корреляции [8, 9], обязательно наличие периодов совместных наблюдений, когда водный режим сравниваемых рек был естественным. Надежность расчетов полностью зависит от удачного выбора аналога с естественным стоком, изменения гидрологических характеристик которого под влиянием метеорологических факторов должны быть синхронны изменению гидрологических характеристик основной реки за анализируемый совместный период наблюдений. Выбрать такой аналог чрезвычайно сложно как в горных районах, где даже на рядом расположенных водосборах может наблюдаться значительная естественная асинхронность многолетних

колебаний стока, так и в равнинных районах. В связи с широким развитием водохозяйственных мероприятий практически уже нет водосборов, незатронутых хозяйственной деятельностью. На малых реках, помимо прочего, короткие ряды наблюдений также препятствуют широкому использованию метода аналогии.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Для первоначального анализа многолетних рядов наблюдений за стоком с целью обнаружения влияния хозяйственной деятельности может быть использован также и метод линейного тренда [10-12].

Теоретически, если тренд в многолетних колебаниях стока рек является следствием климатического, то его можно использовать для прогнозных целей. Однако исследования, проведенные в ГГИ, показали, что прогнозирование стока на перспективу путем экстраполяции трендовой и циклической составляющих весьма проблематичны и чаще всего не оправдываются. Экстраполяция выявленных тенденций многолетнего хода рассматриваемых характеристик, прежде всего, делается на основе выявленного линейного тренда, хотя статистически значимые тренды речного стока – это большая редкость в мире [13]. По [14], [15] число нестационарных рядов на территории СНГ при различных методах их оценки составляет 6-7% общего количества исследуемых рядов и лишь в некоторых районах – порядка 8-13%. Определенную роль здесь играет сам принцип оценки – 90-95-процентный интервал доверительной области и лишь 5-10-процентный – критической. Гипотеза стационарности принимается как бы «за отсутствием неопровержимых улик».

При этом методе значения гидрологической характеристики связываются с координатой времени. Например:

$$Q_i = a + b \times t \quad (1)$$

где  $Q_i$  – сток  $i$ -го в ряду года;  $t$  – номер года, отсчитываемый от первого в ряду.

Наиболее простой прием оценки существенности тренда – по значимости величины коэффициента линейной корреляции зависимости  $Q = f(t)$ . При этом нередко вместо исходного ряда стока используются осредненные величины, например, методом скользящего осреднения, что, естественно, повышает корреляцию.

В [13] рекомендуется прием оценки И.И. Поляка [16]. Наличие тренда подтверждается двумя критериями. По первому на уровне значимости 5% дисперсия отклонений наблюдаемых величин от линии тренда должна быть не больше дисперсии натурного ряда. По второму угловой коэффициент в формуле (1) должен быть не меньше, чем удвоенное значение среднего квадратического отклонения регрессионного коэффициента « $b$ » (в обозначениях формулы (1)), вычисленного по формуле:

$$\sigma_b = \sigma \sqrt{12 / n(n-1)} \quad (2)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение исходного ряда.

При этом имеется существенная оговорка, что метод имеет максимальную эффективность в случае нормального распределения, что, как известно, в стоковых рядах – большая редкость.

Несколько иной вариант выражения линейного тренда:

$$Q_i = Q_o + b \times (t_i - t_o) \quad (3)$$

где  $Q_o$  – норма стока, м<sup>3</sup>/с;  $Q_i$  – сток за конкретный год;  $t_i$  –  $i$ -ый год;  $t_o$  – средний год выборки.

Угловой коэффициент « $b$ » может быть вычислен по формуле:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})(Q_i - Q_0)}{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2} \quad (4)$$

Значимость линейного тренда можно оценить по методике, некогда предложенной ВМО и изложенной в работе П.П. Денисова [12]. Каждый член исследуемого ряда сравнивается со всеми последующими. Подсчитывается сумма всех инверсий  $n_i$  – число членов ряда, превышающих его значение, оно сопоставляется с числом инверсий в условиях отсутствия тренда по, определяемого по формуле

$$n_0 = N \times (N-1) / 4 \quad (5)$$

где  $N$  – число членов ряда.

Их разность оценивается в виде:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (n_i - n_0)}{n_0} \quad (6)$$

и сравнивается с гауссовским распределением. Величину  $P$  предварительно приводят к нормированному виду:

$$y = 3 \sqrt{\frac{n_0}{N + 2,5}} P \quad (7)$$

Следует отметить, что прием опять-таки применим для нормальных распределений.

Однако значения параметров и даже сам знак тренда зависят от состава исходного ряда, то есть от его длины. В настоящем исследовании предполагалось для оценки данным методом значений речного стока для ближайшего 10-летия использовать тренд, выведенный по ходу стока в течение последнего периода, отражающего сегодняшние реалии (для большинства районов это – 1974-2016 гг.), а для его оценки на более длительную перспективу, – исходя из многолетнего периода.

Для прогноза годового стока использован метод линейного тренда – формула (1). Задачу значимости линейного тренда можно свести к оценке коэффициента корреляции рассматриваемой зависимости по отношению к среднеквадратической ошибке коэффициента регрессии или по отношению к удвоенной или утроенной средней квадратической ошибке при 5% и 1% уровне значимости соответственно. В частности, если значение коэффициента корреляции больше удвоенного значения средней квадратической погрешности коэффициента корреляции, определяемой по формуле (8):

$$\sigma_r = (1 - r^2) / \sqrt{n - 1} \quad (8)$$

то на 5% уровне принимается альтернативная гипотеза о нестационарности гидрометеорологического ряда, т.е. о наличии линейного тренда.

Для оценки рядов наблюдений годового стока рек Есильского водохозяйственного бассейна на нестационарность или стационарность, т.е. на наличие или отсутствие трендов рассматривались три периода: 1933-2016 гг., 1933-1973 гг. и 1974-2016 гг.

Результаты расчётов линейного тренда годового стока основных рек Есильского водохозяйственного бассейна представлены в **таблице 1**.

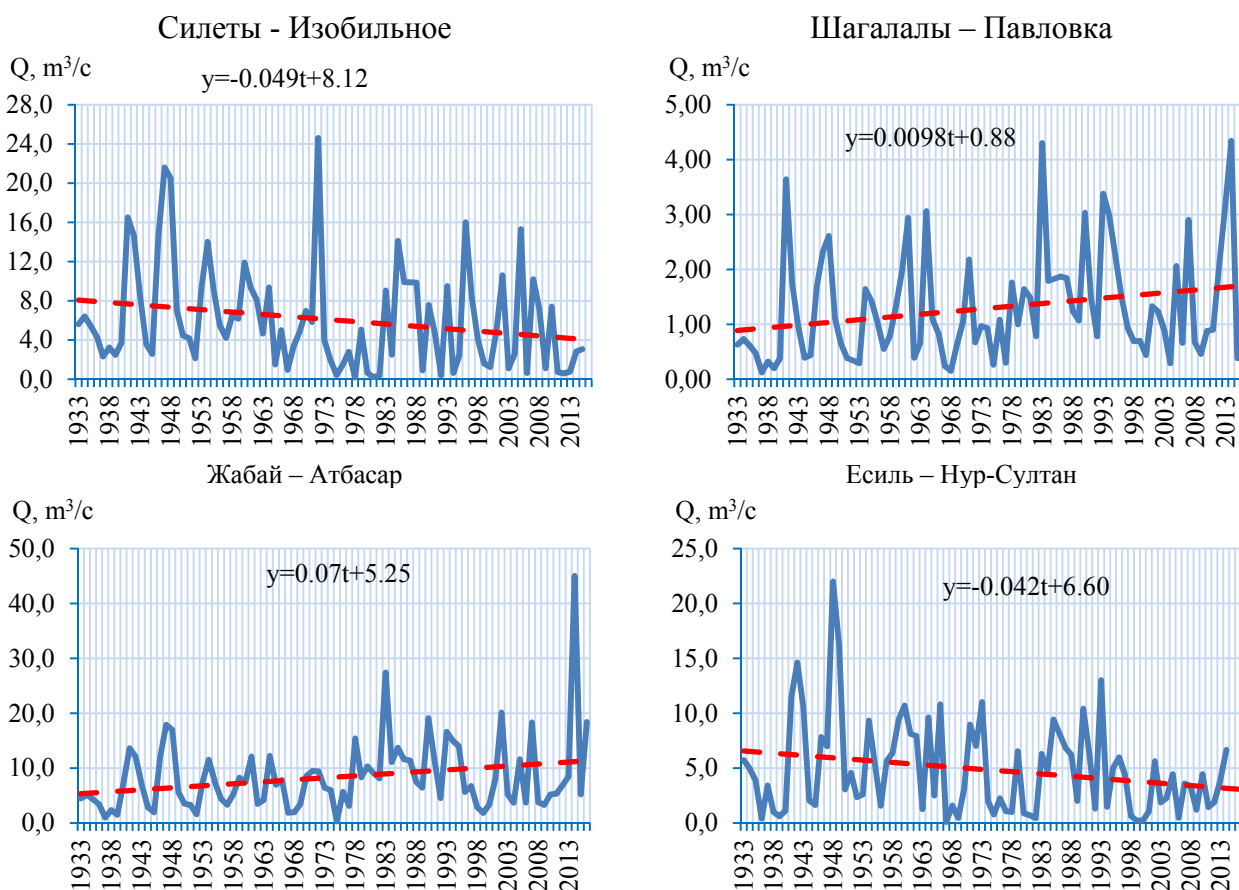
**Таблица 1** – Уравнения линейных трендов средних годовых расходов воды основных рек Есильского водохозяйственного бассейна (фрагмент)

№	Река-пункт	Период	Уравнение тренда	$r$	$\sigma r$	$2\sigma r$	$3\sigma r$
1	Силеты – Изобильное	1933-1973 гг.	$y=0,009 \times t + 7,35$	0,02	0,16	0,32	0,47
		1974-2016 гг.	$y=0,02 \times t + 4,23$	0,05	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=-0,049 \times t + 8,12$	0,22	0,10	0,21	0,31
2	Шагалалы – Павловка	1933-1973 гг.	$y=0,008 \times t + 0,89$	0,11	0,16	0,31	0,47
		1974-2016 гг.	$y=0,006 \times t + 1,39$	0,07	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=0,0098 \times t + 0,88$	0,24	0,10	0,21	0,31
3	Калкутан – Калкутан	1933-1973 гг.	$y=0,09 \times t + 4,04$	0,20	0,15	0,30	0,46
		1974-2016 гг.	$y=-0,11 \times t + 11,2$	0,18	0,15	0,30	0,45
		1933-2016 гг.	$y=0,04 \times t + 5,48$	0,16	0,11	0,21	0,32
4	Жабай – Атбасар	1933-1973 гг.	$y=0,03 \times t + 5,91$	0,09	0,16	0,31	0,47
		1974-2016 гг.	$y=0,06 \times t + 8,61$	0,10	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=0,07 \times t + 5,25$	0,27	0,10	0,20	0,31
5	Акканбурлук – Привольное	1933-1973 гг.	$y=0,001 \times t + 0,67$	0,03	0,16	0,32	0,47
		1974-2016 гг.	$y=0,005 \times t + 0,78$	0,10	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=0,004 \times t + 0,61$	0,20	0,11	0,21	0,32
6	Есиль – Нур-Султан	1933-1973 гг.	$y=0,023 \times t + 5,57$	0,06	0,16	0,32	0,47
		1974-2016 гг.	$y=-0,011 \times t + 3,90$	0,04	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=-0,042 \times t + 6,60$	0,24	0,10	0,21	0,31
7	Есиль – Петропавловск	1933-1973 гг.	$y=0,05 \times t + 57,3$	0,01	0,16	0,32	0,47
		1974-2016 гг.	$y=0,13 \times t + 53,4$	0,04	0,15	0,31	0,46
		1933-2016 гг.	$y=-0,015 \times t + 58,0$	0,01	0,11	0,22	0,33

На **рисунке 1** представлены графики колебания годового стока основных водных объектов. Как видно из рисунка и из данных, представленных в таблице 1, годовой сток рек Есильского ВХБ по данным 1933-2016 гг. имеет тенденцию роста (рр. Шагалалы, Калкутан, Жабай, Акканбурлук), убывание величины стока во времени наблюдается на р. Силеты и р. Есиль.

Сток периода 1974-2016 гг. имеет тенденцию убывания во времени на р. Калкутан. Сток периода 1933-1973 гг. имеет тенденцию роста во времени на р. Есиль и на всех притоках, такая закономерность изменения стока отмечается на всех основных реках Есильского водохозяйственного бассейна.

Анализ данных, приведённых в таблице 1, показывает, что значимые тренды в ходе стока периода 1933-2016 гг. наблюдаются на р. Силеты – с. Изобильное, р. Шагалалы – с. Павловка, р. Жабай – с. Атбасар, р. Есиль – г. Нур-Султан (значение  $r$  больше  $2\sigma r$  на 5 % уровне), следовательно, принимается альтернативная гипотеза о нестационарности ряда, т.е. о наличии линейного тренда.



**Рисунок 1** – Динамика средних годовых расходов воды в бассейне р. Есиль за многолетний период 1933-2016 гг.

Анализ данных, приведённых в таблице 1, показывает, что значимые тренды в ходе стока периодов 1933-1973 гг. и 1974-2016 гг. на реках Есильского водохозяйственного бассейна не наблюдаются. Значения коэффициента корреляции связи стока с координатой времени низкие (см. таблицу 1).

#### **Выводы**

Исследования временных рядов годового стока рек бассейна р. Есиль позволяют сделать следующие выводы, прогноз годового стока рек (водных ресурсов) по методу линейного тренда на длительный срок даёт лишь приближённое представление о его возможном значении при сохранении существующего направления изменения стока. Возможность чередования маловодных и многоводных периодов не учитывается, метод применим лишь для фазы подъёма или спада стока.

#### **Список литературы**

1. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334 с.
2. Скоцеляс И.И. Весенний приток воды в Верхнетобольские водохранилища и его антропогенные изменения // Гидрометеорология и экология. – 1995. - №2. – С. 34-56.
3. Леонов Е.А., Леонов В.Е. Применение метода линейного тренда к оценке и прогноза изменения годового стока под влиянием орошения. – Известия ВГО, 1981. Том 113. Вып. 5. – С. 403-410.
4. Колмогоров В.П. Изменение режима стока р. Ишим у г. Целинограда под влиянием различных факторов // Сб. работ по гидрологии. – 1987. – №19. – С. 70-75.

5. Водные ресурсы России и их использование / Под. ред. Шикломанов И.А. – СПб. 2008. – 600 с.
6. Молдахметов М.М., Сарсенбаев М.Х., Махмудова Л.К. Влияние малых водохранилищ и прудов на речной сток р. Есиль: Материалы Международной научной-практической конференции «Четвертые Жандаевские чтения». Проблемы экологической геоморфологии. – Алматы, 2007. – С. 175-180.
7. Семенов В.А. Испарение и конденсация снега в условиях Центрального Казахстана // Тр. КазНИГМИ. – 1963. – Вып.18. – С. 49-56.
8. Кузин П.С. О влиянии агротехнических мероприятий на речной сток // Тр. ГГИ. – 1965. – Вып.127. – С. 82-100.
9. Семенов В.А., Лаврентьев П.Ф., Хитрунова М.С. Учет средней высоты водосборов, их ориентации и азональных факторов подстилающей поверхности при расчетах годового стока рек Северного Казахстана. – Тр. КазНИГМИ, 1971. – Вып. 41. – С. 3-41.
10. Леонов Е.А. Норма годового стока и ее изменения под влиянием хозяйственной деятельности // Тр. ГГИ. – 1986. – Вып. 315. – С. 68 – 83.
11. Леонов Е.А., Леонов В.Е. Метод определения параметров трендов гидрологических рядов // Сб. работ по гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. - №19. – С. 93.
12. Денисов П.П. Методика оценки тенденции в ходе речного стока // Метеорология и гидрология. – 1975. –№4. – С. 101-104.
13. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
14. Рождественский А.В. Пространственно-временные колебания стока рек СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 360 с.
15. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Куасен А.Б.Г. Фрактальная диагностика речного стока для устойчивого описания многолетних колебаний гидрологических характеристик // Метеорология и гидрология, 2008, №4.
16. Поляк И.И. Оценивание линейного тренда временных метеорологических рядов// Тр. ГГО, 1975, вып. 364. – С. 51-55.

## ЕСІЛ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫСЫНЫҢ УАҚЫТТЫҚ ҚАТАРЛАРЫН ТАЛДАУ

**Махмудова Л.К.<sup>1</sup>, Молдахметов М.М.<sup>2</sup>, Канатұлы Ә.<sup>1</sup>, Жакен Қ.<sup>1</sup>, Абиев М.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы,*

<sup>2</sup>*Халықаралық Тараз инновациялық институты*

### **Андатпа**

Зерттеу жұмысы Есіл алабы өзендерінің жылдық ағындысының уақыттық қатарларын талдауға арналған. Адамның шаруашылық іс-әрекетінің жылдық ағындыға әсерін бағалау мақсатында көпжылдық бақылау қатарын талдау үшін сызықтық тренд әдісін қолдану мәселесі қарастырылды. Есіл су шаруашылығы алабы өзендерінің жылдық ағындысын тұрақтылыққа тексеру үш кезең: 1933-2016 жж., 1933-1973 жж., және 1974-2016 жж. Бойынша қарастырылды. Алынған статистикалық материалдар қарастырылып отырған зерттеу аумағы бойынша зерттеулерді жалпылау үшін негіз ретінде қолданылады, сондай-ақ гидротехникалық жобалау кезінде, табиғи апаттарды бағалау және тиісті алдын алу шешімдерін қабылдау кезінде пайдалануға болады.

**Кілт сөздер:** орташа жылдық ағынды, антропогеннің ағындыға әсерін бағалау, сызықтық тренд, сызықтық тренд теңдеуі, трендтің мәнділігі.

**Makhmudova L.K.<sup>1</sup>, Moldakhmetov M.M.<sup>2</sup>, Kanatuly A.<sup>1</sup>, Zhaken K.<sup>1</sup>, Abiyev M.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

<sup>2</sup>*International Taraz Innovative Institute*

### **Abstract**

The work is devoted to the analysis of the time series of the annual flow rivers of the river basin Yesil. The application of the linear trend method for the analysis of long-term series of runoff observations in order to detect the impact of economic activity is considered. The assessment of the annual flow of the rivers of the Yesil water management basin for non-stationarity or stationarity was considered for three periods: 1933-2016 yy., 1933-1973 yy. and 1974-2016 yy. The obtained statistical materials will serve as a basis for scientific generalizations of studies on the territory under consideration, and can also be used for practical purposes in hydrotechnical design, assessment of natural threats and making appropriate preventive decisions.

**Key words:** average annual runoff, assessment of anthropogenic impact on runoff, linear trend, linear trend equation, trend significance.

**УДК 556.3, 004.94**

## **ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ОРОШАЕМЫХ МАССИВОВ**

**Мирошниченко О.Л.<sup>1</sup>, Муртазин Е.Ж.<sup>1</sup>, Трушель Л.Ю.<sup>1</sup>, Кудайберды Ж.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина,*

<sup>2</sup>*Казахский национальный исследовательский технический университет, Алматы,  
Республика Казахстан*

### **Аннотация**

Одним из эффективных методов решения задач прогнозирования гидрогеолого-мелиоративных условий массивов регулярного орошения является математическое моделирование. Для оценки динамики влияния ежегодных оросительных мероприятий на гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых массивов целесообразно создание постоянно действующих моделей с целью прогнозирования и разработки рекомендаций по оптимизации использования водно-земельных ресурсов и снижению ущерба окружающей среде. Представлены методы создания и использования постоянных математических моделей гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых площадей на примере Акдалинского массива в Алматинской области, используемого для выращивания риса.

**Ключевые слова:** гидрогеолого-мелиоративные условия, орошаемые массивы, математическое моделирование, постоянно действующая модель, Акдалинский массив орошения.

### **Введение**

Современный мировой опыт исследований по оценке гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель подтверждает эффективность применения методов математического моделирования.

Например, в сельскохозяйственной практике США успешно используются численные гидрогеологические модели, разработанные национальной геологической службой. Для территории Upper Chester математическая модель, комбинированная с моделями атмосферы, реализована на MODFLOW и MODPATH [1]. В бассейне реки Upper Klamath разработана



интегрированная математическая модель SWAT-MODFLOW-RT3D, включающая модель потока подземных вод, модель оценки почвы и воды и модель массопереноса [2]. Положительные примеры использования математических моделей геологической службы США в условиях ирригации земель представлены для юго-восточной части Испании [3], северо-восточной части Италии [4], засушливых районов северного Египта [5], северо-западного Китая [6], западной части Ирана [7]. В практике Казахстана методы математического моделирования использовались для решения различных эколого-гидрогеологических и мелиоративных задач территории Южного Казахстана [8-10].

Тем самым, методы математического моделирования нашли широкое применение для получения оперативных и долгосрочных прогнозов изменения гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых земель. В качестве информационной основы математических моделей выступают геоинформационные модели, создаваемые в рамках геоинформационных систем. Целесообразность создания постоянно действующих математических моделей для гидрогеолого-мелиоративных объектов объясняется периодичностью проведения ирригационных мероприятий, формированием стандартных отчетов, регулярным мониторингом подземных вод орошаемых земель и прилегающих территорий. Цикличность воздействия на природную среду определяет циклический характер создания модели. Цикл решения задач изменения гидрогеологических условий в результате орошения составляет, как правило, один год.

#### **Методика и объект исследований**

В процессе изучения мелиоративного состояния земель ведущими показателями являются глубина залегания, химический состав и минерализация подземных вод. При решении прогнозных задач по изменению гидрогеологических условий учитывается типичное воздействие орошения, в том числе, типовые схемы размещения сельскохозяйственных культур и коллекторно-дренажной сети. При моделировании предполагается разработка геоинформационных и математических моделей, которые будут тесно связаны друг с другом. Методология разработки постоянно действующей математической модели включает: 1) изучение и анализ состояния гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых массивов, а также их изменений под влиянием климатических, гидрологических и антропогенных факторов; 2) создание геоинформационной модели с разработкой форм оперативного информационного обеспечения, накоплением и систематизацией первичной информации о гидрогеолого-мелиоративных условиях объекта; 3) создание и калибровка математической модели или преобразование ранее созданной модели гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемого массива в постоянную с пополнением эксплуатационными данными и калибровкой постоянной модели; 4) эксплуатация постоянной модели с решением прогнозных задач по оценке воздействия орошения на гидрогеолого-мелиоративные условия и разработкой рекомендаций по рациональному использованию водно-земельных ресурсов.

Методика создания постоянно действующей математической модели апробирована на примере Акдалинского массива орошения в Алматинской области, который к рисовым оросительным системам. Постоянно действующая модель создана с целью получения оперативных и долгосрочных прогнозов изменения гидрогеолого-мелиоративных условий в результате ирригационной деятельности, которые служат основой для выработки рекомендаций по оптимизации использования водно-земельных ресурсов и снижению ущерба окружающей среде [11].

Акдалинский орошаемый массив, площадью около 150 тыс.га, расположен на правом берегу р. Иле, которая является источником воды для орошения. В гидрогеологическом отношении входит в состав Южно-Балкашского артезианского бассейна. Первый от поверхности водоносный горизонт представлен поровыми подземными водами четвертичных отложений, региональный поток которых направлен в сторону оз. Балкаш. В результате многолетней эксплуатации массива отмечается подъем уровней подземных вод на 2-4,5 м. Это привело к образованию купола ирригационно-грунтовых вод, поток которых в вегетационный период направлен вдоль крупных оросительных каналов в сторону ороша-

емых полей. Изменение окружающей среды выражается в активизации процессов эрозии почв, изменении их структуры и состава, вымывании питательных веществ из корнеобитаемого слоя, вторичном засолении, а также загрязнении подземных и поверхностных вод [10].

### **Основные результаты исследований**

*Создание информационной основы модели.* Постоянно действующая модель строится на основе всех накопленных первичных и оперативных сведений о гидрогеолого-мелиоративных условиях объекта, оформленных в виде геоинформационной модели, основными составляющими которой являются базы графических и семантических данных.

База графических данных сформирована на основе ArcGIS и MapInfo и содержит сведения о массиве орошения, представленные в графической форме. Особенностью геоинформационной модели является обязательная привязка к графическим объектам атрибутивной информации. База семантических данных содержит структурированную числовую и текстовую информацию, представленную в табличной форме, и ведется средствами Excel. Практически все таблицы базы семантических данных связаны с объектами графической базы данных. Связь между ними осуществляется по кодовому полю.

В качестве примера можно привести данные мониторинга подземных вод, содержащиеся как в графической, так и текстовой формах. Слой наблюдательных скважин представлен в виде слоя ГИС с точечными объектами со связанной атрибутивной информацией, включающей код и наименование скважин. Режимные данные имеют табличную форму, включающую поле со значением кода скважины, и принадлежат базе семантических данных.

Для эффективного использования геоинформационной модели в качестве основы математической модели необходима проверка сведений на достоверность и полноту. При вводе недостающих сведений используется метод интерполяции в сочетании с экспертным подходом. В процессе создания математической модели, внесенные в базы данных сведения, преобразуются в форматы системы математического моделирования.

*Создание и калибровка математической модели.* Создание модели предполагает формирование полей параметров, имитирующих процессы, происходящие на орошаемых землях, пополнение оперативными данными баз графических и семантических данных и их конвертацию в форматы системы математического моделирования. Модель создана на основе программного комплекса математического моделирования GMS 10 (Groundwater Modeling System), который предназначен для моделирования подземных вод в зонах полного и неполного насыщения, переноса растворенных в воде компонентов, построения линий токов и т.д. Комплекс содержит средства калибровки моделей и визуализации результатов моделирования, создания трехмерных моделей и другие компоненты, и включает графический пользовательский интерфейс и набор программ: MODFLOW, MT3DMS, RT3D, SEAM3D, SEEP2D, FEMWATER, UTCHEM, NUFT, PEST, MODPATH.

Границей модели на юго-западе массива является р. Иле, на юге – Акдалинский магистральный канал, на юго-востоке – оконтуривающие массив оросители, на востоке и северо-востоке – внешние коллекторы и Главный коллектор. Моделируемая область в плане аппроксимирована равномерной прямоугольной сеткой с шагом 250 м. Размер сети 105\*109 узлов. В разрезе область схематизирована в виде 10 слоев, в каждом из которых учитывалась и горизонтальная и вертикальная составляющие потока подземных вод. Подошва нижнего слоя проведена по кровле первого от поверхности регионального водоупора, представленного глинистыми отложениями Илийской свиты, и схематизирована как непроницаемая граница.

Калибровка модели заключается в подборе статических параметров и параметров, которые меняются в процессе эксплуатации (величина полива, конфигурация областей питания подземных вод, проводимость дрен и др.); вводе оперативных сведений мониторинга уровней подземных вод и др. На модели Акдалинского массива были решены обратные стационарная и нестационарная задачи. Обратная стационарная задача решалась по

состоянию на 1967 г. и имитировала естественные условия. Продолжительность периода решения задачи составила один год. Начальное время совпадало с началом водоподачи на орошаемый массив (май). Длина стрессовых периодов, в течение которых гидрогеологические параметры считались неизменными, колебалась от 10 до 30 суток. Временной шаг решения изменялся от 1 до 3 суток.

Река Иле, оросительная и коллекторно-дренажная сети схематизировались граничными условиями III рода, отражающими взаимодействие гидрогеологического объекта с окружающей средой. Инфильтрация атмосферных осадков задавалась как площадное питание. Испарение с уровня грунтовых вод имитировалось граничными условиями III рода. Фильтрационные потери из рисовых чеков схематизировались как граничные условия I рода с постоянным во времени уровнем. Прекращение водоподачи в каналы имитировалось исключением соответствующих граничных условий. Критическая глубина залегания уровня грунтовых вод принималась равной 3,75 м. В процессе калибровки были подобраны такие параметры модели, как гидравлическое сопротивление дна оросительных и дренажных каналов, значения упругой и гравитационной водоотдачи водовмещающих пород и др. Калибровка осуществлялась на основании данных режимных наблюдений. Качество калибровки оценивалось по степени совпадения заданных уровней с рассчитанными на модели. На калиброванной модели Акдалинского орошаемого массива получены оперативные прогнозы изменения гидрогеолого-мелиоративных условий под влиянием орошения. Результаты моделирования позволяют разработать прогнозные карты гидроизогипсов и понижения уровня подземных вод в различные моменты времени. Точность решения являлась достаточной для решения задач прогнозирования, поэтому модель подготовлена к эксплуатации в режиме реального времени.

В настоящее время на массиве установился квазистационарный режим, характеризующийся колебаниями уровней грунтовых вод с периодом в один год. Основным фактором, влияющим на уровенный режим, является пространственное размещение площадей, занятых рисом. Так, в 2016 г. площадь, занимаемая рисом на Бакбактинской части Акдалинского массива орошения, составляла 3973 га. Глубина залегания грунтовых вод на части площадей массива превышает критическую глубину залегания, и земли могут подвергнуться вторичному засолению.

*Организации эксплуатации модели.* Эксплуатация постоянно действующей модели заключается в регулярном решении прогнозных задач оценки воздействия орошения на гидрогеолого-мелиоративные условия и выработке рекомендаций по рациональному использованию орошаемых земель. В качестве входных данных модели выступают схемы размещения сельскохозяйственных культур по площадям; данные мониторинга подземных вод, задаваемые в виде точечных объектов со связанными табличными данными; схема дренажной сети, построенная в виде линейных объектов со связанными табличными данными и др. Выходными данными являются результирующие прогнозные карты гидроизогипс, глубин залегания подземных вод и т.д., построенные на различные моменты времени. Результаты моделирования конвертируются в форматы базы графических данных. Таким образом, в рамках геоинформационной модели накапливаются сведения о распределении уровней и глубин залегания грунтовых вод на различные моменты времени. Анализ полученных результатов выполняется в рамках геоинформационной модели.

### **Выводы**

Моделирование воздействия орошения на гидрогеолого-мелиоративные условия Акдалинского массива позволяет говорить о незначительном воздействии его использования для окружающей среды при сохранении существующей площади ирригационных территорий. Разработанная постоянная математическая модель может быть использована для решения задач прогнозирования в режиме реального времени.

Предложенная методика создания, калибровки и использования постоянных моделей орошаемых массивов может быть использована для оценки влияния процесса орошения на

состояние подземных вод, почв и окружающей среды в целом в течение длительного периода времени.

### Список литературы

1. Zell W.O., Culver T.B., Sanford W.E. Prediction uncertainty and data worth assessment for groundwater transport times in an agricultural catchment // *Journal of Hydrology*. – 2018. – Vol.561. – P.1019-1036, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.006>.
2. Wei X., Bailey R.T., Records R.M., Wible T.C., Arabi M. Comprehensive simulation of nitrate transport in coupled surface-subsurface hydrologic systems using the linked SWAT-MODFLOW-RT3D model // *Environmental Modelling & Software*. – 2018. – <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.06.012>.
3. Llopis-Albert C., Palacios-Marqués D. Decision making under uncertainty in environmental projects using mathematical simulation modeling // *Environmental Earth Sciences*. – 2016. – Iss.75. – P.1320, DOI 10.1007/s12665-016-6135-y.
4. Beretta G.P., Terrenghi J. Groundwater flow in the Venice lagoon and remediation of the Porto Marghera industrial area (Italy) // *Hydrogeology Journal*. – 2017. – Vol. 25, Iss.3. –P.847–861.
5. Switzman H., Coulibaly P., Adeel Z. Modeling the impacts of dryland agricultural reclamation on groundwater resources in Northern Egypt using sparse data // *Journal of Hydrology*. – 2015. – Vol.520. – P.420-438, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.10.064>.
6. Yue W., Liu X., Wang T., Chen X. Impacts of water saving on groundwater balance in a large scale arid irrigation district, Northwest China // *Irrigation Science*. – 2016. – Vol.34, Iss.4. – P.297–312, DOI 10.1007/s00271-016-0504-x.
7. Ebrahimi H., Ghazavi R., Karimi H. Estimation of Groundwater Recharge from the Rainfall and Irrigation in an Arid Environment Using Inverse Modeling Approach and RS // *Water Resources Management*. – 2016. – Iss. 30. – P.1939–1951, DOI 10.1007/s11269-016-1261-6.
8. Веселов В.В., Бегалиев А.Г., Самоукова Г.М. Эколого-мелиоративные проблемы использования водных ресурсов бассейна озера Балхаш. – Алматы: Гылым, 1996. – 688 с.
9. Веселов В.В., Паничкин В.Ю. Геоинформационно-математическое моделирование гидрогеологических условий Восточного Приаралья. – Алматы: Комплекс, 2004. – 426 с.
10. Шакибаев И.И. Гидрогеолого-мелиоративные аспекты проблем орошаемых земель юга Казахстана. – Алматы: Контур, 2014. – 304 с.
11. Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L., Shakibayev I., Zakharova N. Methods of making of permanent mathematical models of hydrogeological-meliorative conditions of irrigated massifs (by example of Akdalinsky irrigated massif, Kazakhstan) // 18th INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC GEOCONFERENCE & EXPO SGEM 2018, conference proceedigs volume 18 Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining Issue 1.2, Hydrogeology, engineering geology and geotechnics, 2 July-8 July, 2018. – Albena, Bulgaria. – 473-481 p.

### PERMANENTLY OPERATING MATHEMATICAL MODELS HYDROGEOLOGICAL- MELIORATIVE CONDITIONS OF IRRIGATED MASSIFES

**Miroshnichenko O.L.<sup>1</sup>, Murtazin E.Zh.<sup>1</sup>, Trushell L.U.<sup>1</sup>, Kudaiberdi Zh.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience,*

<sup>2</sup>*Kazakh National Research Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

#### **Abstract**

One of the effective methods for solving problems of forecasting hydrogeological-meliorative conditions of regular irrigation arrays is mathematical modeling. To assess the

dynamics of the impact of annual irrigation measures on the hydrogeological and meliorative state of irrigated massifs, it is advisable to create permanent models in order to predict and develop recommendations for optimizing the use of water and land resources and reducing environmental damage. Methods for the creation and use of permanent mathematical models of hydrogeological-meliorative conditions of irrigated massifs are presented on the example of the Akdala massif in the Almaty region, used for growing rice.

**Key words:** hydrogeological-meliorative conditions, irrigated massifs, mathematical modeling, permanently operating model, Akdala irrigation massif.

## СУАРМАЛЫ МАССИВТЕРДІҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ - МЕЛИОРАТИВТІК ШАРТТАРЫ ТҰРАҚТЫ ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬ

Мирошниченко О.Л.<sup>1</sup>, Муртазин Е.Ж.<sup>1</sup>, Трушель Л.Ю.<sup>1</sup>, Құдайберді Ж.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты,

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы

### Аңдатпа

Тұрақты суару массивтердің гидрогеологиялық-мелиоративті жағдайларын болжау мәселелерін шешудің тиімді әдістерінің бірі - математикалық модельдеу. Жыл сайынғы суару шараларының суармалы жерлердің гидрогеологиялық және мелиоративті жағдайына әсер ету динамикасын бағалау үшін су мен жер ресурстарын пайдалануды оңтайландыру және қоршаған ортаға зиянды азайту бойынша ұсыныстарды болжау және әзірлеу мақсатында тұрақты модельдер жасаған жөн. Суармалы жерлердің гидрогеологиялық-мелиоративті жағдайларының тұрақты математикалық модельдерін құру және пайдалану әдістері күріш өсіру үшін қолданылатын Алматы облысындағы Ақдала массивінің мысалында келтірілген.

**Кілт сөздер:** гидрогеологиялық-мелиоративтік жағдайлар, суармалы жерлер, математикалық модельдеу, тұрақты жұмыс істейтін модель, Ақдала суару массиві.

УДК:556.3;330.5

## РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Осипов С.В., Ливинский Ю.Н., Ерменбай А.М.

*Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, КазННТУ  
имени Сатпаева, Алматы, Казахстан*

### Аннотация

Устойчивое развитие экономики и уровень жизнеобеспечения населения Республики Казахстан во многом зависит от наличия и качества водных ресурсов. Вода - это ресурс, имеющий социально-экономическую ценность и определяющий устойчивость развития страны. Между тем, все крупные реки страны (Урал, Сырдарья, Иртыш, Или), являясь трансграничными, зарегулированы соседними государствами (Россия, Китай, Узбекистан, Киргизия) [1]. Они крайне неравномерно распределены по территории Казахстана и загрязнены, что обусловило острый дефицит питьевой воды в большинстве регионов и технической – в отраслях экономики Республики. Поэтому исключительную роль в обеспечении страны качественной питьевой водой играют подземные воды, так как они наиболее защищены от загрязнения, имеют широкое распространение и высокое качество.

**Ключевые слова:** Подземные воды, ресурсы, запасы, водоснабжение.

## **Введение**

В статье приводятся результаты исследований по обеспеченности населения и промышленности РК подземными водами питьевого качества. Антропогенное влияние на водные ресурсы стало особенно ощутимым в текущем столетии в связи с развитием и интенсификацией промышленности и сельского хозяйства, ростом крупных городов и расширением урбанизированных территорий.

## **Методика исследований**

При выполнении работы использовались такие методы исследований, как обобщение, систематизация и сравнительный анализ распределения ресурсов подземных вод на территории РК как основы устойчивого водоснабжения населения и промышленности РК.

Работа состоит из двух частей. Первая часть посвящена рассмотрению положения с ресурсами подземных вод для всего Казахстана в целом как альтернативы поверхностным водам как источника устойчивого водоснабжения населения, что во многом связано с продолжающимся загрязнением поверхностных водных ресурсов; эта тенденция в настоящее время становится определяющей в стратегии хозяйственно-питьевого водоснабжения в республике.

Вторая часть посвящена рассмотрению территориального распределения ресурсов подземных вод и перспективам их использования в разрезе отдельных областей, а также перспективам перераспределения ресурсов подземных вод между регионами.

## **Полученные результаты и их обсуждение**

Подземные воды, используемые для самых различных целей, являются ценнейшим полезным ископаемым. Как все полезные ископаемые, подземные воды в верхней части земной коры в различных генетических типах горных пород формируют месторождения подземных вод с определенным количеством эксплуатационных запасов.

Однако гидрогеологические условия Казахстана контролируют неравномерность территориального распределения ресурсов питьевых подземных вод, что сказывается на обеспеченности ее отдельных регионов.

Подземные воды используются преимущественно для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов, поселков и сельскохозяйственных объектов, причем их роль в общем балансе хозяйственно-питьевого водопотребления с каждым годом.

Доля подземных вод в общем балансе питьевого водопотребления страны составляет 56%, достигая 68% в сельской местности. Значима роль в использовании подземных вод и в других отраслях экономики [2].

Почти полностью на поверхностных водах базируется водопотребление городов и поселков в Атырауской, Павлодарской, Северо-Казахстанской областях и городов Астана, Степногорск [3]. Потребление подземных вод преобладает над поверхностными в Алматинской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Западно-Казахстанской, Южно-Казахстанской, Актюбинской областях и городе Алматы.

Учитывая, что наиболее многоводные реки Казахстана являются трансграничными, сток которых в значительной мере формируется за пределами РК.

Сочетание географических факторов – аридность климата, высокое испарение, превышение поступления солей на территорию над их выносом за пределы, будут воздействовать на территорию РК на протяжении всего обозримого будущего. Помимо того страны соседствующие с Казахстаном также в той или иной мере испытывают дефицит водных ресурсов. Особенно это касается Китая и Узбекистана где использование водных ресурсов постоянно увеличивается и приводит к уменьшению трансграничного стока рек на фоне ухудшения качества воды попадающей с территории сопредельных государств. В перспективе следует ожидать сокращения суммарного поверхностного стока и снижения качества воды в реках.

**Таблица 1** – Ресурсы, запасы и использование подземных вод Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2016 года

Показатель	Ед. измерения	РК
2	3	4
Площадь Республики Казахстан	тыс.км <sup>2</sup>	2724,90
Население: Агентство РК по статистике (2016 г)	тыс. чел.	17 280 647
Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод	тыс.м <sup>3</sup> /сут	176 105 500
В том числе с минерализацией до 1г/л	тыс.м <sup>3</sup> /сут	110789
В том числе с минерализацией 1 - 3 г/л	тыс.м <sup>3</sup> /сут	44943
В том числе с минерализацией 3 -10 г/л	тыс.м <sup>3</sup> /сут	20373,3
Кол-во месторождений, водозаборов ПВ	шт	2905
То же, участков ПВ	шт	3499
Кол-во месторождений минеральных вол	шт	40
Разведанные эксплуатационные запасы ПВ	тыс.м <sup>3</sup> /сут	42 765,1
Использование подземных вод, всего	тыс.м <sup>3</sup> /сут (км <sup>3</sup> /год)	2180 (0,8)
в том числе для хоз.- питьевого водоснабжения	тыс.м <sup>3</sup> /сут (км <sup>3</sup> /год)	1133,6 (0,41)
в том числе для производств.- тех. водоснабжения	тыс.м <sup>3</sup> /сут (км <sup>3</sup> /год)	771,3 (0,28)
Доля использования ПВ в общем балансе хозяйственно – питьевого водоснабжения	%	56
Обеспеченность разведанными эксплуатационными запасами ПВ на 1 человека	м <sup>3</sup> /сутки	9,40

Рассматривая общую картину по обеспеченности РК ресурсами пресных подземных вод можно сделать вывод о наличии разведанных запасов позволяющих динамично развиваться экономике Казахстана. Однако при рассмотрении этого вопроса на уровне регионов и областей картина значительно усложняется. Ряд территорий практически не имеет достаточного количества пресной воды для развития. Так ряд нефтепромыслов и поселков Западного Казахстана вынуждено пользуются питьевой водой импортируемой из России по трубопроводу который подает волжскую воду на расстояние более 1000 км [4].

Традиционно управление ресурсами поверхностных вод строится на пере распределении поверхностных вод с помощью каналов нередко протяженностью в сотни км. Перераспределение ресурсов подземных практикуется гораздо реже и расстояния переброски чаще составляют первые и первые десятки км. Так для водоснабжения питьевой водой нефтепромыслов на п-ове Бузачи за счет Кызылкумского месторождения подземных вод используется водопровод протяженностью. Более 50 км. На территории г. Алматы где подземные воды составляют 97,8% от воды, подаваемой в водопроводные сети, последние имеют протяженность более 100 км. Переброска подземных вод по трубопроводу вполне реальна и на значительные.

По результатам исследований оценена величина обеспеченности подземных вод по административным областям(тыс. м<sup>3</sup>/сут). Результаты сведены в **таблице 2**.

Использование поверхностных вод для целей водоснабжения постепенно удорожается из-за необходимости дополнительной очистки воды перед подачей потребителям. Однако в Казахстане, на его огромной территории имеются значительные запасы пресных подземных вод высокого и стабильного качества, гораздо лучше защищенных от загрязнений чем поверхностные. Также следует отметить, что подземные воды формируются в основном за счет атмосферных осадков, выпадающих на территории Казахстана и очень мало зависят от хозяйственной деятельности сопредельных государств.

Наибольшие прогнозные ресурсы пресных подземных вод сосредоточены в гидрогеологических бассейнах Южного и Юго-Восточного Казахстана, примыкающих к крупным горным сооружениям Алтая и Северного Тянь-Шаня, где существуют наиболее благоприятные условия формирования подземных вод. Крупные впадины Северного и Западного Казахстана, сложенные мезо-кайнозойскими образованиями обладают существенно меньшими прогнозными ресурсами слабоминерализованных подземных вод в связи со значительной удаленностью областей их питания [5,6].

### **Выводы**

По результатам оценки обеспеченности подземными водами ряд выделяется ряд областей, где развитие экономики затруднено недостатком воды, для водоснабжения населения. В первую очередь это касается Атырауской и Акмолинской областей водоснабжение которых базируется на использовании поверхностных вод. Потребление подземных вод в этих областях не превышает 10 л/сутки на одного жителя. Для питья местным населением широко используется бутилированная вода разливаемая в основном в Южном Казахстане.

Наряду с дефицитом подземных вод ряд разведенных месторождений высококачественных вод практически не используется или используется всего на несколько %. Вовлечение их в эксплуатацию связано со строительством протяженных водоводов. Такими месторождениями подземных являются:

1. «Кокжиде» в Западном Казахстане, запасы этого месторождения позволяют полностью обеспечить питьевой водой Атыраускую и Мангистаускую области.

2. «Павлодарское Прииртышье» в Павлодарской области запасы этого месторождения позволяют полностью обеспечить питьевой водой столицу РК на ближайшие 50 лет и далее [3].

Развитие экономики Казахстана существенно связано с обеспечением населения доброкачественной водой как важнейшей составляющей качества жизни. Не даром Алма-тинская область так привлекательна для проживания, ведь уровень потребления высококачественной подземной воды здесь наиболее высокий в стране и составляет 220 л/сут. на каждого жителя.



**Таблица 2 – Обеспеченность запасами подземных вод**

№	Административные области	Площадь (км <sup>2</sup> )	Население (чел.)	Экспл. запасы (тыс. м <sup>3</sup> /сут)[б]	Модуль эксплуатационных запасов (м <sup>3</sup> /сут на 1 км <sup>2</sup> )	Обеспеченность эксплуатационными запасами (м <sup>3</sup> /сут на 1 чел)	Прогнозные ресурсы пресных подземных вод (тыс. м <sup>3</sup> /сут)[б]	Обеспеченность прогнозами запасами (м <sup>3</sup> /сут на 1 чел)	Отбор воды для водоснабжения (тыс. м <sup>3</sup> /сут)	Потребление подземных вод (м <sup>3</sup> /сут на 1 чел)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<b>Северный Казахстан</b>	<b>564968</b>	<b>3966828</b>	<b>5580,51</b>	<b>9,87</b>	<b>0,71</b>	<b>14 625,00</b>	<b>3,69</b>	<b>240,23</b>	<b>0,06</b>
1	Костанайская	196001	873124	1055,93	5,39	1,21	1 039,00	1,19	160,66	0,18
2	Северо-Казахстанская	97993	555020	185,526	1,89	0,33	351,10	0,63	6,38	0,01
3	Павлодарская	124755	753981	3895,75	31,23	5,17	10 558,90	14,00	52,05	0,07
4	Актолинская	146219	1784703	443,3	3,03	0,25	2 676,00	1,50	21,14	0,01
	<b>Восточный Казахстан</b>	<b>283226</b>	<b>1379079</b>	<b>6500,67</b>	<b>22,95</b>	<b>0,21</b>	<b>15 300,00</b>	<b>11,09</b>	<b>257,30</b>	<b>0,19</b>
5	Восточно-Казахстанская	283226	1379079	6500,67	22,95	4,71	15 300,00	11,09	257,30	0,19
	<b>Южный Казахстан</b>	<b>710531</b>	<b>7739852</b>	<b>24977,74</b>	<b>35,15</b>	<b>0,30</b>	<b>65 781,30</b>	<b>8,50</b>	<b>1 404,90</b>	<b>0,18</b>
6	Алматинская	223911	3844226	16721,8	74,68	4,35	39 124,10	10,18	831,81	0,22
7	Жамбылская	144264	1124559	4711,23	32,66	4,19	14 933,00	13,28	207,80	0,18
8	Туркестанская	1127431	1977768	2075,064	1,84	1,05	8 461,10	4,28	257,19	0,13
9	Кызылординская	226076	793299	1469,62	6,50	1,85	3 263,10	4,11	108,10	0,14
	<b>Западный Казахстан</b>	<b>736241</b>	<b>2816025</b>	<b>2822,97</b>	<b>3,83</b>	<b>0,99</b>	<b>7 178,80</b>	<b>2,55</b>	<b>236,94</b>	<b>0,08</b>
10	Актюбинская	300629	854520	1905,78	6,34	2,23	5 434,70	6,36	140,59	0,16
11	Мангыстауская	165642	676735	355,18	2,14	0,52	256,00	0,38	73,43	0,11
12	Атырауская	118631	632896	233,39	1,97	0,37	116,10	0,18	4,73	0,01
13	Западно-Казахстанская	151339	651874	328,62	2,17	0,50	1 372,00	2,10	18,19	0,03
	<b>Центральный Казахстан</b>	<b>427982</b>	<b>1378863</b>	<b>2883,26</b>	<b>6,73</b>	<b>0,47</b>	<b>7 904,10</b>	<b>5,73</b>	<b>261,17</b>	<b>0,19</b>
14	Карагандинская	427982	1378863	2883,26	6,74	2,09	7 904,10	5,73	261,17	0,19
	<b>Итого</b>	<b>2722948</b>	<b>17280647</b>	<b>42765,12</b>	<b>15,70</b>	<b>0,40</b>	<b>110 789,20</b>	<b>6,41</b>	<b>2 400,54</b>	<b>0,14</b>

## Список литературы

1. Смоляр В.А., Буров Б.В., Веселов В.В. и др. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние). Справочник. – Алматы: НИЦ «ҒЫЛЫМ», 2002. – 495 с.
2. Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Ресурсы подземных вод Республики Казахстан // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. –Т. VIII. – Алматы, 2011. – 588 с.
3. Yermenbay A., Shagarova L., Absametov M., Osipov S. Prospects of water supply with fresh groundwater under anthropogenic impact conditions // Geolink International Conference 2020.- Vol. 2.- Plovdiv, Bulgaria. - P. 259-267.
4. Yermenbay A.M., Osipov S.V., Livinsky Yu.N. Groundwater anthropogenic pollution in the oil and gas fields of Kazakhstan //Conference Proceedings of XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020: Conference Proceedings SGEM 2020: Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Issue 2.2, Section: Hydrogeology, Engineering Geology and Geotechnics, Volume 20. – Albena, 2020.
5. Абсаметов М.К., Ливинский Ю.Н., Осипов С.В., Бураков М.М., Ерменбай А.М. Обеспеченность ресурсами подземных вод территории Южного Казахстана.: Водные ресурсы Центральной Азии и их использование // Матер. Междунар. научно-практической конфер., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни» г. Алматы, Казахстан, 22–24 сентября 2016. – С. 206-211.
6. Смоляр В.А., Исаев А.К. Прогнозные ресурсы и эксплуатационные запасы подземных вод и их распределение по территории Казахстана // Матер. Междунар. научно-практической конфер., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни» г. Алматы, Казахстан, 22–24 сентября 2016 года. – С. 238-246.

### GROUNDWATER RESOURCES ON KAZAKHSTAN AS BASIS OF SUSTAINABLE WATER SUPPLY OF POPULATION

**Osipov S.V., Livinsky Yu. N., Yermenbai A.M.**

*Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan*

#### **Abstract**

The sustainable development of the economy and the level of life support of the population of the Republic of Kazakhstan largely depends on the availability and quality of water resources. Water is a resource with socio-economic value and determines the sustainability of the country's development. Meanwhile, all the country's large rivers (Zhaik, Syr Darya, Ertis, Ile), being transboundary, are regulated by neighboring states (Russia, China, Uzbekistan, Kyrgyzstan). They are extremely unevenly distributed throughout Kazakhstan and polluted, which caused an acute shortage of drinking water in most regions and technical - in sectors of the economy of the Republic. Therefore, groundwaters play an exceptional role in providing the country with high-quality drinking water, since they are most protected from pollution and are widespread. The role of groundwater in the use in sectors of the economy is also significant.

**Keywords:** Groundwater, resources, reserves, water supply.

## ҚАЗАҚСТАНҒА ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ РЕСУРСЫ ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ТҰРАҚТЫ НЕГІЗІ

**Осипов С.В., Ливинский Ю.Н., Ерменбай А.М.**

*У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты  
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан*

### **Аңдатпа**

Қазақстан Республикасының елді мекендерінің экономикасы мен өмірін қамтамасыз етудегі тұрақты қарқындауы көбінесе су ресурстарының болуы мен сапсына байланысты. Су дегеніміз - елдің тұрақты дамуын анықтайтын және әлеуметтік-экономикалық құндылықтарға ие ресурс. Бұдан басқа, елдің барлық ірі өзендері (Олар, Сырдарья, Ертіс, Іле) көршілес елдерде (Ресей, Қытай, Өзбекстан) бастау алатын шекарааралық болып табылады. Олар Қазақстан аумағында біркелкі емес таралған және ластанғандықтан көптеген аймақтарда ауыз суларының тапшылығына және техникалық тұрғыда - Республиканың экономикасына әсер етеді. Сондықтанда Республиканы ауыз сумен қамтамасыз ету үшін жер асты суларының маңызы зор, олар ластанудан қорғалған, барлық жерлерде таралған. Жер асты суларының рөлі экономика салаларында пайдалануда маңызды.

**Кілт сөздер:** Жер асты сулары, ресурстары, қорлары, сумен жабдықтау.

**ӘОЖ 551.578.42**

## ҚАЗАҚСТАН АЛТАЙЫНДАҒЫ ҚАР ҚОРЫНЫҢ КЕҢІСТІКТЕГІ КЕЗЕҢ АРАЛЫҚ ӨЗГЕРІСІ

**Пиманкина Н.В., Такибаев Ж.**

*«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы*

### **Аңдатпа**

Қазгидрометтің 1960-2019 жылдардағы деректері негізінде Ертіс өзенінің 10 өзен-саласы алаптарындағы жауын-шашын мөлшері, қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылығының өзгергіштігі бағаланды. Риддер МС бақылаулары бойынша қараша-наурыз айларында ауаның орташа температурасының өсуі 0.15°C/10 жылды құрайды. Қараша-наурыз айларында жауын-шашын мөлшері артады (12,4 мм/10 жыл). 1960-1990 және 1991-2019 жылдар кезеңінде метеостанция алаңдарындағы тұрақты рейка бойынша өлшенген қар қалыңдығының ең үлкен шамасы 10-70%-ға өскен. Таудағы маршруттық қар өлшеу пунктерінде қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылық шамасы 72%-ға арта түсті. ArcGIS бағдарламасында жыл сайын наурыз айында қар жамылғысының орташа қалыңдығы мен сулылығының таралу карталары жасалды. Карталарды салыстыру барысында Қазақстандық Алтайдың қар қорын қалыптастыратын орта және биік таулы бөлігін қамтитын ауданы соңғы 30 жылда орта есеппен 200 мм ұлғайған.

**Кілт сөздер:** жауын-шашын, қар жамылғысы, қалыңдық, сулылық, өзгерістер, карталар.

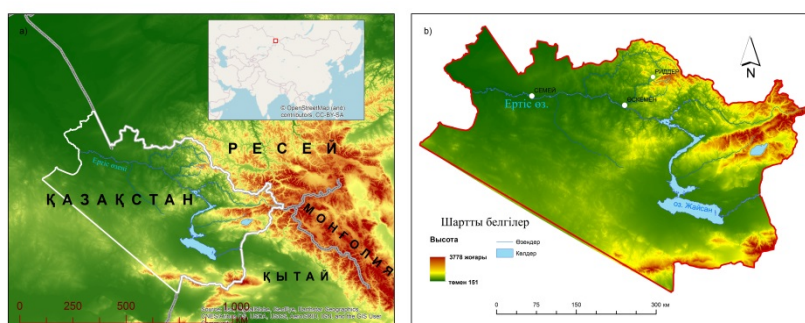
### **Кіріспе**

Еуразия орталығында орналасқан Алтай тауларының қар-мұз ресурстары көптеген өзендердің ағынды қалыптастыру көзі болып табылады. Алтаймен іргелес жатқан Таулы аймақтарда ауа температурасы мен жауын-шашынның өзгерісіне баға бере отырып, соңғы бірнеше онжылдықта жауын шашын мөлшері мен кезеңдік және жылдық ауа темпера-

турасының өсу тенденциясы қарқынды екенін байқауға болады [1-5]. Тянь-Шань тауында 1961-2014 жылдар аралығында қар жамылғысының қалыңдығының өскені бекітілген [6].

Байқалған жаһандық жылыну қауіпті құбылыстардың пайда болуына, ағынның көлемі мен режимінің өзгеруіне әкеледі. 2019 жылдың мамыр айында қатты жауын-шашын және қардың тез еруі нәтижесінде салынып жатқан Тұрғысын СЭС-ы су астында қалды, қызметкерлер эвакуацияланды, залал бірнеше ондаған миллион теңгені құрады. Зерттеліп жатқан аумақ шегінде жеке тұрғын үй секторын су басу үнемі жүреді, көпірлер бұзылады. Бұл мақалада Қазақстандық Алтай аумағының қыстағы қардың өзгеруіне баға берілген. Бақылау пунктері бойынша бірқатар бақылаулар 60-70 жылдың есебін береді. Бұл дегеніміз көп жылдық деректерге салыстырмалы талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Зерттеу аймағы 47–51 °с.е. және 82 – 87 °ш.б. арасында орналасқан (**1-сурет**). Алтай Еуразия аумағында контрасты климаттық жағдайларымен айрықша орографиялық кедергі болып табылады.



1-сурет. Зерттеу аймағы

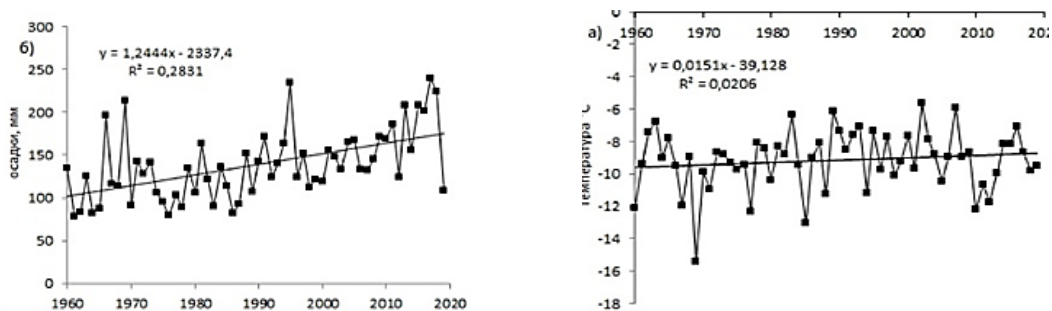
Метеостанциялардың мәліметтері бойынша, зерттелетін аймақтағы қыстың орташа температурасы (желтоқсан-ақпан) Орловск қазаншұңқырының тау бөктерінде минус 12-ден минус 25°C-қа дейін ауытқиды. Жауын-шашынның жылдық орташа мөлшері Зайсан қазаншұңқырында 120 мм-ден, Лениногор қазаншұңқырының түбінде 600 мм-ге дейін өседі [1]. Жауын-шашынның ең көп мөлшері Кенді Алтайда байқалады, онда жекелеген жылдары жауын-шашын мөлшері қараша-наурыз айларында 700-800 және одан да көп мм жетеді. Тұрақты рейкамен өлшенген қардың орташа қалыңдығы 15-60 см, Алтай МС-да 90 см жетеді. Үлбі, Ивановский, Холзун жоталарының түйіскен жерінде («Алтайдың қарлы полюсі») қардың максималды қалыңдығы 5-8 м жетуі мүмкін.

### Зерттеу әдістемесі

Қазгидрометтің анықтамалық материалдарын талдау үшін [1], сондай-ақ <http://www.rp5.ru> сайт деректері пайдаланылды [2]. Оншақты өзен алқаптарында жауын-шашын өлшегіштердің қосынды мәліметтеріне, маршруттық қар түсірімдеріне және тұрақты рейка бойынша 14 метеостанциялық алаңдарда қардың биіктік өлшемдерінің мәліметтеріне статистикалық талдау жүргізілген. 30 жылдық кезеңнің (1960-1990 және 1991-2019 жж.) арасындағы айырмашылық анықталды. Қар қоры көлемінің карталарын құру кезінде ArcGIS Spatial Analyst модулі қолданылды, ол бақылау нүктелері арасында деректерді интерполяциялау әдістерінің көмегімен изосызықтық карталарды құруға мүмкіндік береді. Сплиндер әдісі қолданылды. Картографиялық визуализация үшін кездейсоқ таңдалған градациялар қолданылады.

### Алынған нәтижелер

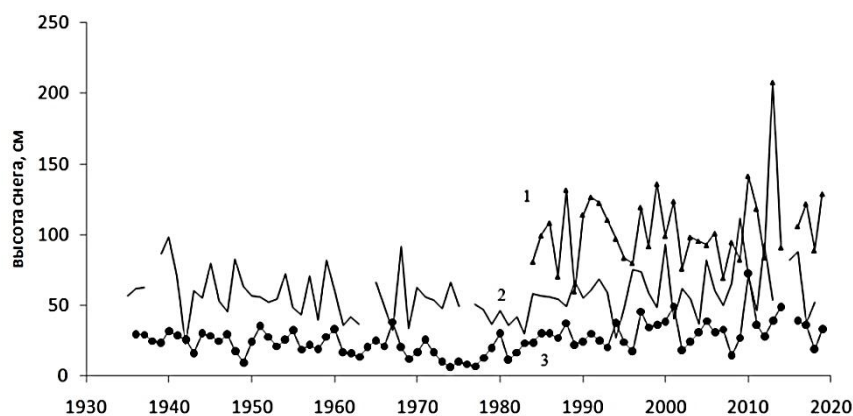
1960-2019 жылдар кезеңінде Риддер МС бойынша суық кезеңдегі ауаның орташа температурасының қатарларында әлсіз оң тренд байқалады (**сурет 2**). 1991-2019 жылдардағы суық кезеңдегі орташа температура 1960-1990 жж. кезеңімен салыстырғанда 0,5°C-қа өсті.



2 сурет. 1960-2019 Риддер МС бойынша қараша-наурыз айларында (а) ауаның орташа температурасы және (б) жауын-шашынның мөлшерінің өзгеруі. Түзу сызық - сызықтық тренд болып табылады

Қараша-наурыз айларында жауын-шашын мөлшерінің өзгеру жылдамдығы 10 жыл ішінде 12,4 мм, амплитудасы 160 мм. Қараша-наурыз айларында жауын-шашынның орташа мөлшері 1960-1990 жылдарда алдыңғы отыз жылдықпен салыстырғанда ең үлкен өсім (1991-2019 жж.) Үлбі өзенінің алабында тіркелген - 120-дан 200 мм-ге дейін (немесе 30-60%). Суық кезеңде жауын-шашын мөлшерінің артуы Ақ Берел (40-90 мм), Қарақоба (50-70 мм) және Қарабұға (10-20 мм) өзен алаптарында байқалады. Қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылығының таралуы суық кезеңдегі жауын-шашынның таралуымен тығыз байланысты. Бір жыл ішінде қар жамылғысының қалыңдығы бойынша ең жоғарғы мән (тұрақты рейка бойынша) 10 шақты метеостанцияда 8-70% өсті. Іс жүзіндегі өсімі 2см-ден 16 см құрайды.

57 Қарпунктерінің 43-де қар қалыңдығының оң өзгерістері байқалған, 13-де төмендеу болса 1-де ешқандай өзгеріс болмаған. Үлбі өзенінің алабында 1960-1990 жылдар мен 1991-2019 жылдар аралығында орташа қардың қалыңдығы арасындағы ең үлкен айырмашылық 5 см-ден 55 см-ге дейін байқалған, ал Сарымсақты өзенінің алабының қарпунктерінде 6 см-ден 30 см, Қарақоба алабында 6-11 см дейін оң айырмашылық көрінеді. Ақ Берел өзенінің алабтарының барлық қарпунктерінде қар қалыңдығының теріс динамикасы бегіленген. Қарастырылып отырған аймақтың әртүрлі бөліктерінде орналасқан метеостанция алаңдарында көпжылдық қар жамылғысы қалыңдығының өзгерісі **3-суретте** көрсетілген.



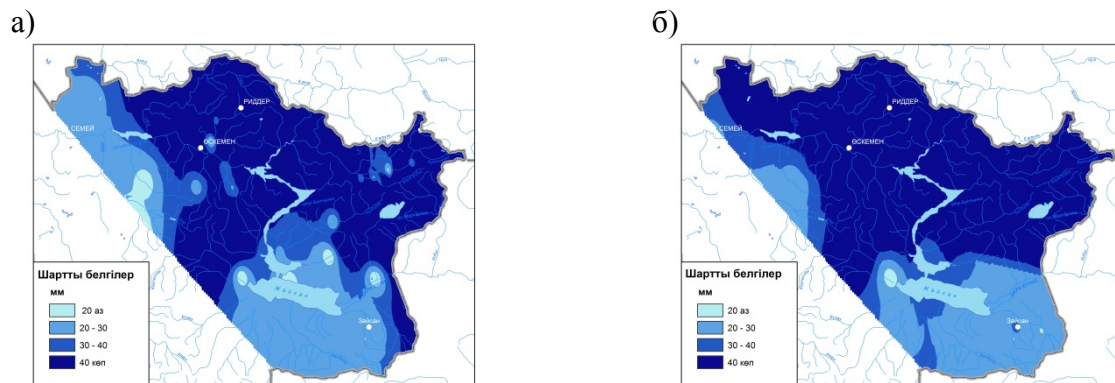
**3-сурет.** Тұрақты рейка бойынша қыс мезгіліндегі ең жоғарғы қар жамылғысының қалыңдығы. Марқакөл қорығы, Самарка және Жайсан метеостанциялары. Бақылау кезеңі 1936-2019 жылдар аралығы.

Зерттеліп отырған аумақтың қар жамылғысындағы су қорының оң нәтижелі тренді 42 қарпунктерінде көрсетілген және 13-де теріс нәтижелі тренд байқалады.

Қар жамылғысындағы су қорының орташа айырмашылығы 1960-1990 және 1991-2019 жылдар аралығында, Үлбі өзені алабының бүкіл аумағында 20 мм-ден 200 мм-ге дейін

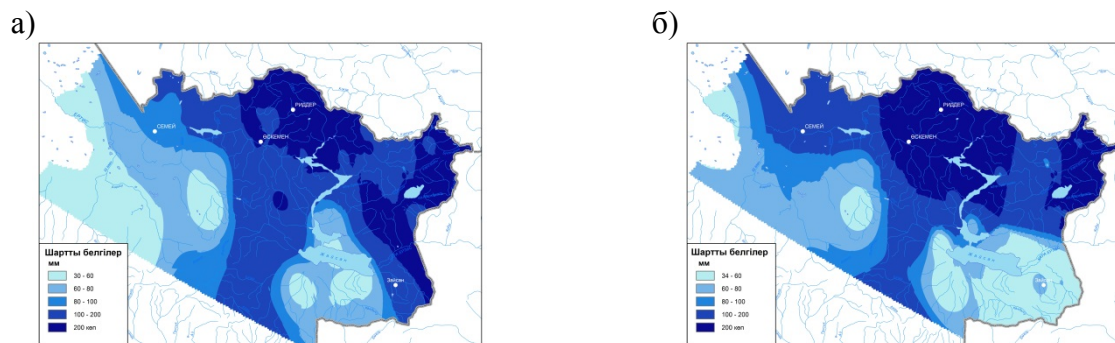
белгіленген. Сарымсақты өзенінің алабында оң айырмашылық 20-40 мм және де 30 мм-ге дейін төмендеу байқалады. Тарбағатай жотасынан бастау алатын Қарабұға өзендері мен Саур жотасынан төмен қарай ағып жатқан Кендірлік өзендерінің алаптарында қардың қоры 40 мм-ге артты.

ArcGIS бағдарламасында наурыз айында көрсетілген мәліметтердің таралу карталары жасалды. Карталарды салыстырып көрсеткендей, соңғы 30 жыл ішінде қар жамылғысының қалыңдығы 30 см-ден аз болатын аумақтың ауданы біршама азайды, ал қалыңдығы 40 см немесе одан да көп қар жиналатын аумақтың ауданы ұлғайды (**3-сурет**).



4-сурет. 1960-1990 жж. (а) және 1991-2019 жж. (б). Наурызда қар жамылғысының орташа қалыңдығының кеңістіктік таралуы (см)

Қар жамылғысындағы су қоры 60 мм-ден аспайтын аумақтың ауданы ұлғая түсті. Қазақстандық Алтайдың орта және биік таулы бөлігін қамтитын аудан едәуір ұлғайды, онда 200 мм және одан да көп қар қоры қалыптасады (**4-сурет**).



5-сурет. 1960-1990 (а) және 1991-2019 жж. (б) наурыз айында қар жамылғысындағы су қорының кеңістіктегі таралуы (мм).

### Қорытынды

Бұл сипаттамалардың жыларалық өзгергіштігі жалпы кеңістіктік байланысқа ие. Бүкіл зерттеліп отырған аумаққа тән әртүрлі уақыт ұзақтығында ылғалданудың жоғары және төмен кезеңдері анықталды. Қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылығының жыларалық өзгерісі статистикалық тұрғыдан маңызды болмағанмен, оң нәтижелі тенденцияны көрсетеді. Таулардағы қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылық шамасы маршруттық қар түсіру пункттерінде 72% - ға артты. 1960-1990 және 1991-2019 жылдардағы екі кезеңді салыстыру кезінде қар жамылғысының қалыңдығы мен сулылық шамасы бақылау пункттерінің көпшілігінде 5-60% - ға , жекелеген пункттерде 100% - ға дейін ұлғайғаны анықталды. Соңғы онжылдықта қараша-наурыз айларындағы жауын-шашын мөлшерінің (120-200 мм) және қар жамылғысындағы су қорының (50-200 мм) негізгі абсолютті өсуі Үлбі өзенінің алабында

байқалады. Қарабұға, Кендірлік, Қарақаба өзендерінің алаптарында жауын-шашын мөлшері мен қар қорының шамасын көбінесе бақылау дәлдігімен салыстыруға болады. Сарымсақты өзені алабында жауын-шашын мөлшері мен қар қорының ұлғаюы да, азаюы да байқалады. Қалба жотасында метеостанция алаңдарындағы өлшемдер бойынша қардың қалыңдығы 15-25% - ға көбейгенін аңғаруға болады. Біздің бағалауымыз аймақтағы қыстың қарлы болып жатқанын көрсетеді. Қар ресурстарына байланысты табиғи апаттардың қаупі сақталады. Су қауіпсіздігі мәселелері, инженерлік шешімдер мен табиғи ортаның жағдайын толық бақылауды қажет етеді.

### Әдебиеттер тізімі

1. Усманова З.С., Пиманкина Н.В. Пространственно-временная изменчивость температуры и осадков в бассейне р. Текес// Известия НАН РК, сер. Геологии и технических наук, 2016. – №5. – С. 110-118. <http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>.
2. Li Y, Zhang D, Andreeva M, Li Y, Fan L, Tang M. (2020) Temporal-spatial variability of modern climate in the Altai Mountains during 1970-2015. //PLoS ONE 15(3): e0230196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230196>.
3. Сухова М.Г., Журавлева О.В. Изменения температуры воздуха и осадков в межгорных котловинах Юго-Восточного и Центрального Алтая// Известия РАН, 2018. – №6. – С. 93-101.
4. Qian Li, Tao Yang, Feiyun Zhan, Zhiming Qi, Lanhai Li. Snow depth reconstruction over last century: Trend and distribution in the Tianshan Mountains, China // Global and Planetary Change.- 173 (2019). – pp. 73–82.
5. Материалы наблюдений над снежным покровом и осадками в горах. – Алматы: Казгидромет, 2019. – 104 с.
6. Архив погоды по г. Риддер. <http://www.rp5.ru> (дата обращения - 10 февраля 2020 г.).

### TIME AND AREA FLUCTUATIONS OF THE SNOW COVER IN THE KAZAKHSTAN ALTAI MOUNTAINS

**Pimankina N.V., Takibayev Zh.**

*«Institute of Geography and Water Security» АҚ, Almaty, Kazakhstan*

#### **Abstract**

On the data of the snow surveys of Kazhydromet for 1960-2019 the fluctuations of the sums of precipitation, snow depth and snow-water equivalent in 10 river basins were estimated. According to the data from Ridder meteorological station, the rise in the average air temperature for November-March is 0.15°C/10 yr. The sums of precipitation for November-March have increased (12,4 mm/10 yr). The averaged snow depth measured using permanent stake on the sites of meteorological stations for the periods 1960-1990 and 1991-2019, increased by 10-70%. Totally, the values of the snow depth and snow-water equivalent in the mountains became greater at 72% of the points of field snow surveys. The maps of the distribution of the mean snow depth and snow-water equivalent in March were compiled in ArcGIS. Comparison of the maps has demonstrated that for the last 30 years the area in middle- and high altitudes with snow resources exceeding 200 mm, has increased.

**Key words:** precipitation, snow cover, snow depth, snow-water equivalent, fluctuations, maps.

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СНЕГОЗАПАСОВ В КАЗАХСТАНСКОМ АЛТАЕ

**Пиманкина Н.В., Такибаев Ж.**

*АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан*

### **Аннотация**

На основе данных Казгидромета за 1960 - 2019 гг. оценена изменчивость сумм осадков, высоты и водности снежного покрова в бассейнах 10 рек-притоков р. Ертис. По наблюдениям на МС Риддер, рост средней температуры воздуха за ноябрь-март составляет  $0.15^{\circ}\text{C}/10$  лет. Суммы осадков за ноябрь-март увеличиваются ( $12,4$  мм/10 лет). Средняя из наибольших величин высоты снега, измеренных по постоянной рейке на площадках метеостанций за периоды 1960-1990 и 1991-2019 гг., увеличилась на 10-70%. Величины высоты и водности снежного покрова в горах стали больше на 72% пунктов маршрутных снегосъемок. В программе ArcGIS построены карты распределения средней высоты и водности снежного покрова в марте каждого года. Сравнение карт показывает, что в среднем за последние 30 лет площадь территории, охватывающая средне- и высокогорную часть Казахстанского Алтая, где формируются снеготзапасы 200 мм и более, увеличилась.

**Ключевые слова:** осадки, снежный покров, высота, водность, изменения, карты.

**УДК 91; 91:007; 91:001.891.57**

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕРТИСКОГО БАССЕЙНА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО СТОКА

**Поветкин Р.Д., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.**

*АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан*

### **Аннотация**

Исследовательская работа посвящена математическому и компьютерному моделированию системы водобеспечения Ертисского бассейна. Для моделирования системы, характеризующейся свойствами неопределенности и стохастичности, использован метод Монте-Карло (статистических испытаний). Компьютерная модель реализована на объектно-ориентированном языке программирования C#. Произведены валидация и верификация модели по фактическим данным. Разработаны и смоделированы характерные сценарии развития системы водобеспечения Ертисского бассейна с учетом изменения трансграничного стока с территории Китайской Народной Республики и мер реагирования на складывающиеся угрозы и вызовы.

**Ключевые слова:** система водобеспечения, математическое имитационное моделирование, сценарии водобеспеченности, объектно-ориентированное программирование, сценарный анализ, межбассейновые переброски.

### **Введение**

Водно-ресурсный потенциал Ертисского бассейна является основой формирования и развития водохозяйственного комплекса (ВХК), компонентами которого являются отрасли-водопользователи: коммунальное, сельское и рыбное хозяйства, промышленность, энергетика, речное судоходство, природный заказник речной поймы, а также объекты водохо-



зяйственной инфраструктуры: каскад регулирующих водохранилищ, водозаборные гидрозвулы, канал межбассейновой переброски Ертисского стока [1].

В рассматриваемой перспективе до 2050 года ожидается снижение водно-ресурсного потенциала в бассейне Ертиса, в связи с хозяйственной деятельностью на территории Китайской Народной Республики, а также местного стока в связи изменением климата.

Прогнозируется повышение спроса на водные ресурсы Республики Казахстан в бассейне Ертиса с учетом планов сельскохозяйственного освоения правобережья бассейна – развития орошения на площади до 0,7 млн. га, переброски Ертисского стока в вододефицитные регионы Центрального, Северного и Южного Казахстана, в т.ч. для восстановления естественного гидрологического режима озера Балкаш путем межбассейновой переброски части стока реки Ертис в западную часть озера.

В данном исследовании рассматривается подробная динамико-стохастическая модель системы водообеспечения бассейна реки Ертис, основанная на смоделированных рядах речного стока, заявленном спросе на воду и рекомендуемых принципах управления водными ресурсами

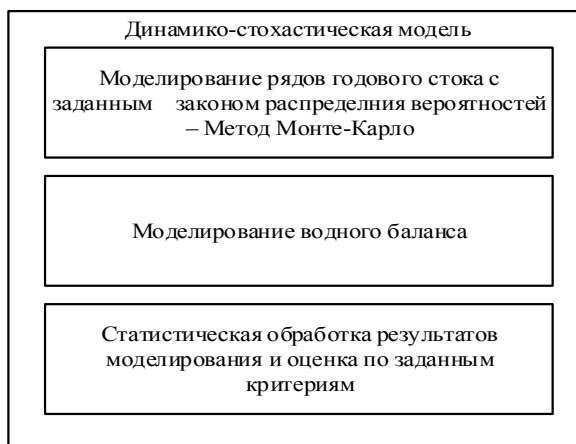
### **Методика исследований**

Современным научным методом прогнозирования развития и функционирования сложных систем в условиях неопределенности и конфликтности является сценарный анализ, инструментом которого служит математическое имитационное моделирование.

Цель моделирования: создание инструмента – имитационной модели долгосрочного (стратегического) планирования развития Ертисского водохозяйственного комплекса (ВХК) как ключевого элемента Национального водохозяйственного комплекса на период до 2050 года [2]. Обоснована территориальная структура модели в виде четырех водохозяйственных участков по замыкающим створам реки Ертис: Буктырма, Шульба, межобластная граница, межгосударственные границы с РФ и КНР [3]. Определены внешние связи модели: бассейны-«доноры» - российские реки Обь, Катунь, Аргут; бассейны - «реципиенты» - бассейны РК (Есильский, Тобыл-Торгайский, Нура-Сарысуйский, Арало-Сырдаринский, Иле-Балкашский).

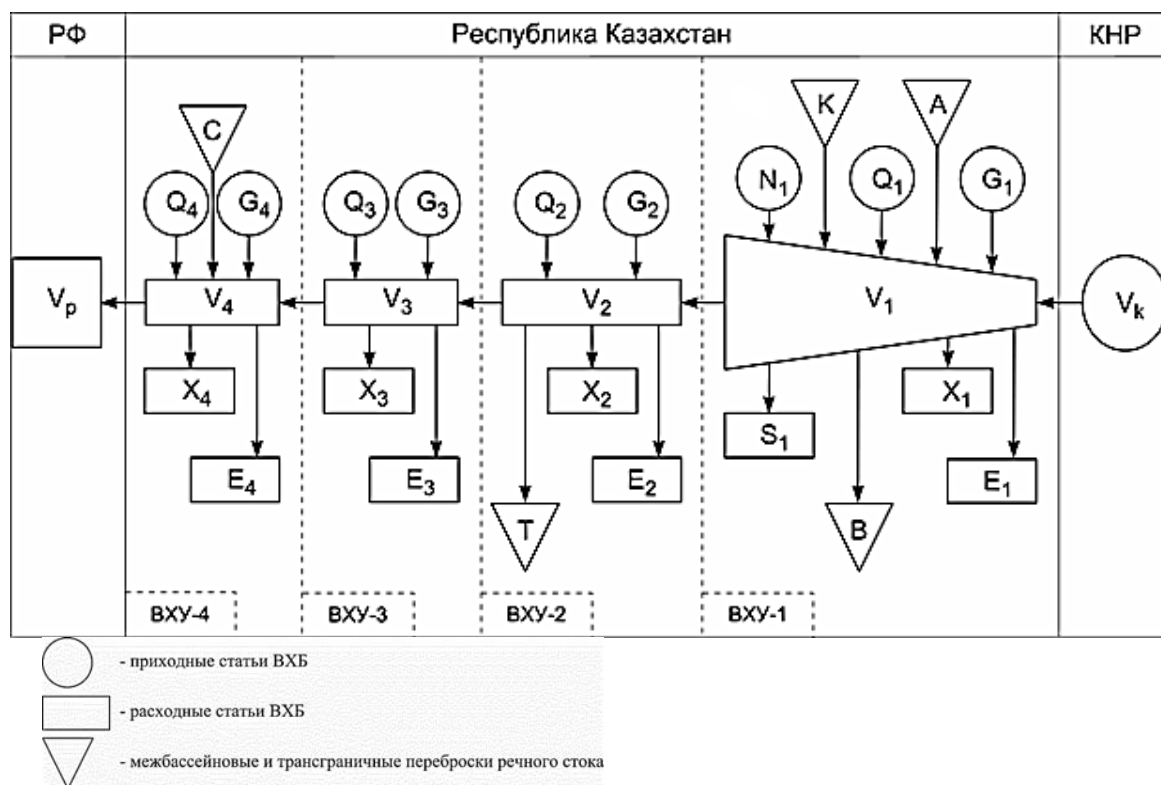
Разработана функциональная структура модели, включающая моделирование: рядов годового стока рек (местного и трансграничного), динамических водохозяйственных балансов на основе гипотез развития спроса на воду, сценариев развития Ертисского ВХК как системы мер реагирования на ожидаемые водные угрозы.

Динамико-стохастическая модель системы водообеспечения – это алгоритм, с помощью которого имитируется (моделируется) работа сложной системы, подверженной случайным возмущениям, а также моделируется взаимодействие элементов системы, носящих вероятностный характер. Тогда динамико-стохастическое моделирование (метод Монте-Карло) можно определить как способ изучения сложных систем водообеспечения, подверженных случайным возмущениям, с помощью имитационных моделей (в соответствии с рисунком 1) [4].



**Рисунок 1** – Структура динамико-стохастической модели

Согласно разработанной методике, на рисунке 2 изображена логико-структурная модель бассейна реки Ертис. Данное описание полностью соответствует структуре 4-х водохозяйственных участков по замыкающим створам реки Ертис.



**Рисунок 2** – Логико-структурная модель бассейна реки Ертис

Уравнения водохозяйственного баланса в разрезе ВХУ

$$\begin{aligned}
 V_1^T &= V_k^T + S_1^T - N_1^T + Q_1^T + G_1^T - E_1^T - X_1^T + K^T + A^T - B^T \\
 V_2^T &= V_1^T + Q_2^T + G_2^T - E_2^T - X_2^T - T^T \dots\dots\dots (1) \\
 V_3^T &= V_2^T + Q_3^T + G_3^T - E_3^T - X_3^T \\
 V_4^T &= V_3^T + Q_4^T + G_4^T - E_4^T - X_4^T + C^T = V_p^T,
 \end{aligned}$$

где  $2015 < T < 2050$  – расчетный период;  $1 \leq i \leq 4$  – расчетные водохозяйственные участки;  $Q_i^T$  – сток, формирующийся на участке;  $G_i^T$  – используемые ресурсы подземных вод;  $V_i^T$  – подача воды за пределы участка;  $S_i^T, N_i^T$  – сработка и наполнение водохранилищ;  $X_i^T, E_i^T$  – хозяйственный водозабор и экозатраты стока;  $V_k^T, V_p^T$  – приток из КНР и сток в РФ;  $C^T, K^T, A^T$  – трансграничные переброски стока российских рек Оби, Катуни и Аргута;  $T^T, B^T$  – межбассейновые переброски стока реки Ертис по предлагаемому Трансказахстанскому каналу (ТКК) и каналу «Буктырма-Балкаш» (КББ).

Была разработана система приоритетов для водопотребителей отладочного сценария модели водохозяйственного баланса Ертисского бассейна, позволяющая указывать как приоритет, так и гарантированный минимум.

На основе разработанной динамико-стохастической модели реализовано программно-математическое обеспечение компьютерной модели управления водными ресурсами бассейна реки Ертис.

При моделировании перспективных водохозяйственных балансов Ертисской СВО на расчетные уровни развития 2030, 2040 и 2050 гг. рассмотрены несколько вариантов переброски части стока российских рек по Катунь-Буктырминскому и Кулундинскому

направлениям с целью компенсации неблагоприятных факторов, позволяющих увеличить водные ресурсы бассейна.

Были разработаны и смоделированы два основных сценария перспективных водохозяйственных балансов. Данные сценарии разрабатывались в соответствии с тенденцией вектора увеличения водозабора из верховьев р. Ертис со стороны КНР. Сценарии отображают логическую цепочку с постепенным увеличением водозабора со стороны водопотребителей Ертисского бассейна: Правобережье, переброска в ТКК, переброска в КББ, и вариант с подключение переброски стока Российских рек Катунь, Аргут, Обь [3,5].

*Сценарий 1.* С учетом изменения стока р. Ертис под воздействием увеличения водозабора со стороны КНР: до 2030г. – до 25%, до 2040г. –50%, до 2050г. – до 75%. Будет начата переброска воды в ТКК и будет достигать к 2030г. – 3,0 км<sup>3</sup>, к 2040г. – 7,0км<sup>3</sup>. Переброску Буктарма-Балкаш считаем не активной на весь временной период моделирования. Режим Буктарминского водохранилища – длительного регулирования стока(многолетний). Режим Шульбинского водохранилища принят за сезонный. Переброска стока российских рек Катунь, Аргут, Обь не рассматривается как потенциальный вариант увеличения донорского потенциала бассейна р. Ертис. Величина попуска воды в РФ составляет 24.9 км<sup>3</sup>, на весь временной период. Согласно проведенному моделированию на разработанном программно-математическом обеспечении, имеет место тенденция увеличения риска на втором и третьим временном этапе в результате существенного (на 50% и 75%) увеличения водозабора со стороны КНР и запуска в работу переброски в трансказахстанский канал. Также по данному критерию надежности (R) рассчитаны для каждого водохозяйственного участка: R(ВХУ 1)=0.71, R(ВХУ 2)=0.68, R(ВХУ 3)=0.68, R(ВХУ 4)=0.68.

*Сценарий 2.* С учетом изменения стока р. Ертис под воздействием увеличения водозабора со стороны КНР: до 2030г. – до 25%, до 2040г. –50%, до 2050г – до 75%. Будет начата переброска воды в ТКК и будет достигать к 2030г – 3,0 км<sup>3</sup>, к 2040г. – 7,0 км<sup>3</sup>. Переброска Буктарма-Балкаш будет составлять к 2030г. – 2,0 км<sup>3</sup>, к 2040г. – 2,0 км<sup>3</sup>. Режим Буктарминского водохранилища – длительного регулирования стока (многолетний). Режим Шульбинского водохранилища принят за сезонный. Переброска стока российских рек Катунь, Аргут, Обь рассматривается как потенциальный вариант увеличения донорского потенциала бассейна р.Ертис. Переброска части стока российских рек по Катунь-Буктарминскому направлению составит к 2030г. – 2,0км<sup>3</sup>, к 2040г. – 2,0км<sup>3</sup>. Переброска по Кулундинскому направлению составит к 2030г. – 1,5км<sup>3</sup>, к 2040г. – 3,0км<sup>3</sup>. Переброска части стока реки Аргут составит к 2030г. – 2,5 км<sup>3</sup>, к 2040г. – 2,5 км<sup>3</sup>. Величина попуска воды в РФ составляет 24,9 км<sup>3</sup>, на весь временной период. По результатам моделирования, заметна тенденция увеличения риска на втором и третьим временном этапе в результате существенного (на 50% и 75%) увеличения водозабора со стороны КНР и запуска в работу переброски в трансказахстанский канал, переброски Буктарма-Балкаш. Часть дефицитов воды компенсируется перспективными перебросками части стока российских рек Катунь, Аргут и Обь, что сокращает дефициты водообеспечения и благоприятно влияет на возможность запуска в полную мощность переброски в трансказахстанский канал и переброски Буктарма-Балкаш. По данному критерию надежности R рассчитаны для каждого водохозяйственного участка: R(ВХУ 1)=0.82, R(ВХУ 2)=0.6, R(ВХУ 3)=0.6, R(ВХУ 4)=0.65.

### **Выводы**

Рассчитан водохозяйственный баланс реки Ертис с учетом климатически обусловленных факторов, трансграничного воздействия со стороны КНР, требований экологии и отраслей экономики

Рассмотрены сценарии развития системы водообеспечения Ертисского бассейна при различных вариантах водопотребления в РК и трансграничного стока с территории КНР. Показан отрицательный баланс во всех расчетных участках и по бассейну в целом. И если вначале (на этапе 2030-40 гг.) уменьшение баланса можно компенсировать за счет многолетнего регулирования Буктырминским водохранилищем, ущемляя при этом отдельных водопользователей, будь то экологические попуски или сокращение стока в Российскую

Федерацию, то в дальнейшем к 2050 г., с учетом накопления отрицательного баланса, в Ертисском бассейне проблем дефицита водных ресурсов избежать не удастся.

Разработана оценочная компьютерная модель системы водообеспечения Ертисского бассейна: модульная структура, алгоритм функционирования, визуализация результатов в табличном и картографическом форматах. Выполненными экспериментами расчетами показаны возможность формирования глубоких дефицитов пресной воды в бассейне вследствие реализации вероятных климатических и антропогенных водных угроз.

Создан инструмент (математическая и компьютерная имитационная модель) поддержки принятия решений в области стратегического планирования в трансграничном бассейне р. Ертис.

По результатам проведения научной работы было получены авторские свидетельства №5250 «Методика динамико-стохастического моделирования системы водообеспечения Ертисского бассейна с учетом перебросок стока Российских рек», №13590 «Методика динамико-стохастического моделирования системы водообеспечения Ертисского бассейна с учетом перспектив сельскохозяйственного освоения территории и межбассейнового перераспределения водных ресурсов».

### **Благодарность**

*Научно-исследовательская работа проходила в рамках работ по программе 254 «Эффективное управление водными ресурсами» подпрограмме 103 «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» по теме: «Оценка и прогноз водообеспеченности природно-хозяйственной системы Ертисского бассейна с учетом перспектив сельскохозяйственного освоения территории и межбассейнового перераспределения водных ресурсов».*

### **Список литературы**

1. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д., Абдибеков Д.У., Толекова А. Стратегия устойчивого водообеспечения Республики Казахстан на период до 2050 года // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2018. – №1. – С. 18-46.
2. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Трансказахстанский канал – стратегический приоритет устойчивого водообеспечения Республики Казахстан // Известия НАН РК, серия геологии и технических наук. – Алматы, 2017 г. – №5. – С. 109-120.
3. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Географические основы инженерно-технических решений по территориальному перераспределению речного стока для водообеспечения Казахстана // Материалы Всемирного Конгресса инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» WSEC-2017. – Астана, 2017. – С. 299-308.
4. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Толекова А., Пузиков Е.М., Поветкин Р.Д., Абдибеков Д.У. Методика имитационного динамико-стохастического моделирования систем водообеспечения трансграничных бассейнов рек Иле и Ертис // Специализированный научный закрытый журнал «Научные труды Академии Пограничной службы КНБ РК». – Алматы, 2019. – №3. – С. 12-18.
5. Povetkin R. Dolbeshkin M., Puzikov E., Modeling of transboundary Ile-Balkhash river basin in central Asia, journal «News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences», Almaty, 2017. - №5. P. 171-180.

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING OF WATER SUPPLY  
SYSTEM DEVELOPMENT IN THE ERTIS BASIN UNDER  
CONDITIONS OF TRANSBOUNDARY FLOW CHANGE

**Povetkin R.D., Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S.**

<sup>1</sup>*JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan,*

**Abstract**

The research work is devoted to mathematical and computer modeling of the water supply system of the Ertis basin. To simulate a system characterized by the properties of uncertainty and stochasticity, the Monte Carlo method (statistical tests) was used. The computer model is implemented in the object-oriented programming language C#. The model was validated and verified against actual data. Typical scenarios for the development of the water supply system of the Ertis basin, taking into account changes in the transboundary runoff from the territory of the People's Republic of China and measures to respond to emerging threats and challenges, have been developed and modeled.

**Key words:** water supply system, mathematical simulation, water supply scenarios, object-oriented programming, scenario analysis, inter-basin transfers.

ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ АҒЫННЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖАҒДАЙЫНДА ЕРТІС  
БАССЕЙНІНІ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ДАМЫТУДЫ  
МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

**Поветкин Р.Д., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.**

*«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы*

**Аңдатпа**

Зерттеу жұмысы ертіс бассейнінің сумен қамтамасыз ету жүйесін математикалық және компьютерлік модельдеуге арналған. Белгісіздік пен стохастикалық қасиеттерімен сипатталатын жүйені модельдеу үшін монте-карло әдісі қолданылды (статистикалық сынақтар). Компьютерлік модель объектіге бағытталған с# бағдарламалау тілінде жүзеге асырылады. Нақты деректер бойынша модельді валидациялау және верификациялау жүргізілді. Ертіс бассейнін сумен қамтамасыз ету жүйесін дамытудың Қытай Халық Республикасының аумағынан трансшекаралық ағынның өзгеруін және қалыптасып отырған қатерлер мен сын-тегеуріндерге ден қою шараларын ескере отырып, сипатты сценарийлері әзірленді және модельденді.

**Кілт сөздер:** сумен қамтамасыз ету жүйесі, математикалық имитациялық моделдеу, сумен қамтамасыз ету сценарийлері. Нысанға бағытталған бағдарламалау, сценарийлік талдау, бассейнаралық ауысулар.

## ОЦЕНКА ОБВОДНЕННОСТИ ПАСТБИЩ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Татыбеков А.<sup>1</sup>, Скоринцева И.Б.<sup>2</sup>, Басова Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет,

<sup>2</sup>Институт географии и водной безопасности, Алматы

### Аннотация

В статье представлены результаты оценки обводненности пастбищных угодий Алматинской области Республики Казахстан на основе использования статистических данных, данных полевого обследования и космических снимков различного пространственного разрешения, способствующие устойчивому развитию отгонно-пастбищного животноводства. Даны количественные и качественные показатели состояния обводнительных сооружений. Представлена карта обводненности пастбищ Алматинской области, созданная на основе современных ГИС-технологий в масштабе 1:1 000 000.

**Ключевые слова:** обводненность пастбищ, источники обводнения, забор воды, водные ресурсы, картографическая модель

### Введение

Пастбищные угодья Алматинской области РК составляют 14,1 млн. га (во всех категориях земель земельного фонда) или 89,8% от территории сельскохозяйственных угодий, из них 6,8 млн га расположены на землях сельскохозяйственного назначения, в жаркой засушливой зоне с редкими поверхностными источниками [1]. Обводнение пастбищ является одним из главных условий использования пастбищных угодий для выпаса сельскохозяйственных животных. Эффективное хозяйственное освоение пастбищных угодий Алматинской области во многом зависит от степени их обводненности и наличия кормовых ресурсов.

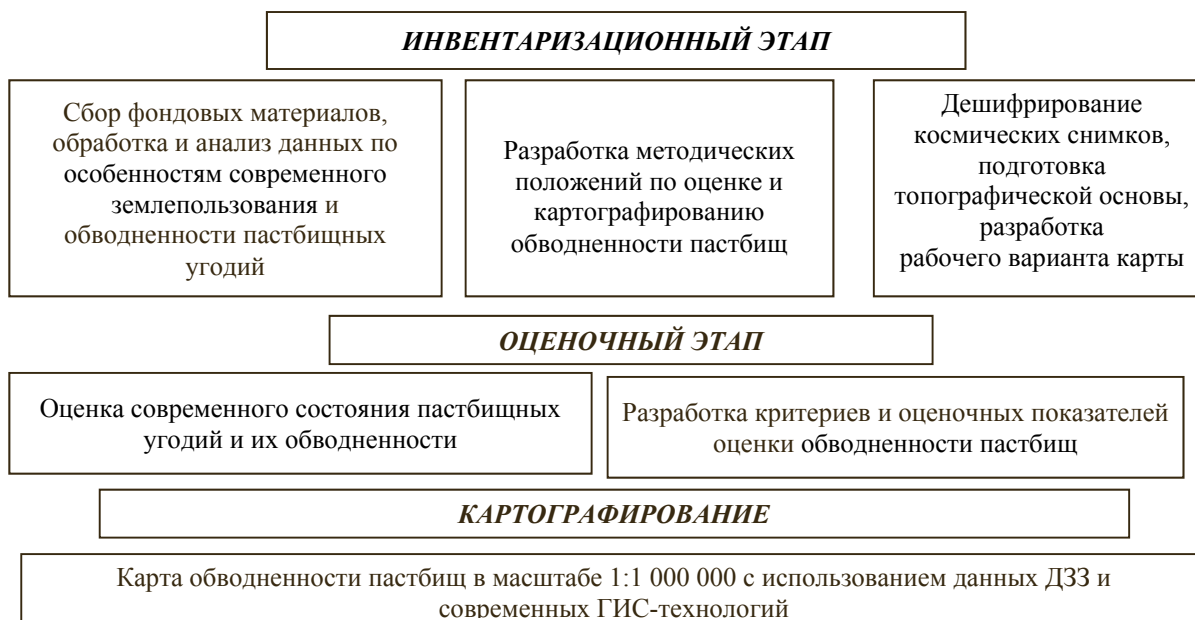
Источниками водоснабжения пастбищных территорий области являются поверхностные и подземные воды. Начиная с 1950 года в области велись планомерные работы по обводнению пастбищ. Изучались характеристики пастбищ, подбирались типы обводнительных сооружений, широко развернулись работы по разведке подземных вод, как главного источника обводнения пастбищ. К 1988 году площади обводненных пастбищ достигли своего максимума, после чего, в связи с изменившимися экономическими условиями, наблюдается уменьшение площадей обводненных пастбищ, которое привело к росту нагрузок на пастбищные угодья вокруг действующих водных источников.

Водопотребление на пастбищах изменяется соответственно динамике численности сельскохозяйственных животных. В области наблюдается рост численности поголовья скота (всех видов), который за последние пять лет увеличился в 1,2 раза, и на 2019 год составил 10,1 млн. усл. голов (в переводе на овец), которому для отгонного выпаса требуются обводняемые территории пастбищ. В настоящее время, в силу экономических условий сельскохозяйственных формирований (фермерских хозяйств, хозяйств населения и др.), поголовье скота сосредоточено в 5 километровой зоне от населенных пунктов и открытых водоисточников.

В соответствии с законом Республики Казахстан «О пастбищах» [2], во всех административных районах Алматинской области приняты региональные Планы по управлению пастбищами и их использованию, которые в первую очередь должны учитывать наличие обводняемых пастбищ, техническое состояние обводнительных сооружений, что является необходимым условием по обеспечению устойчивого развития отгонно-пастбищного животноводства.

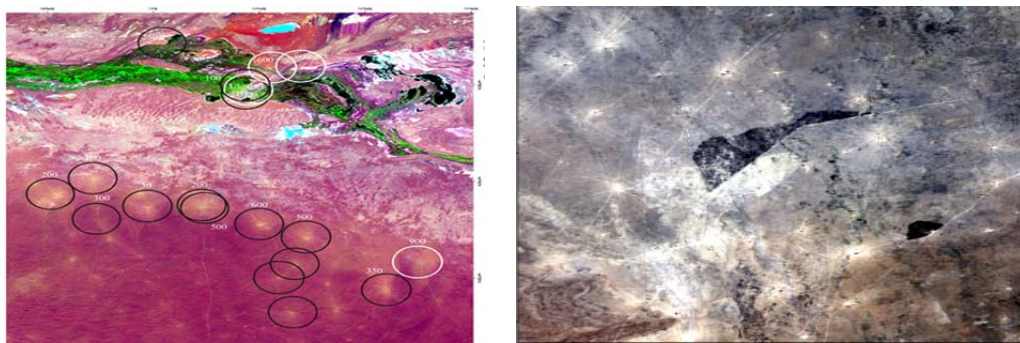
## Материалы и методика исследований

В методическом плане оценка обводненности пастбищ Алматинской области РК включала три этапа: инвентаризационный, оценочный и этап картографирования (**рисунок 1**). Картографический метод являлся ведущим методом отображения на карте обводненных площадей и количества обводнительных сооружений. Классификационные построения при создании картографической модели основывались на основных сопряженных подходах – историческом, генетическом и структурном.



**Рисунок 1** - Блок-схема этапов оценки обводненности пастбищ

В ходе проведения оценки по обводненности пастбищ были использованы космические снимки различного пространственного разрешения. Использовались спутниковые данные: Landsat с разрешением 30 м и Terra/MODIS с разрешением 250 м. Создание карты обводненности пастбищ Алматинской области осуществлялось в программном продукте ArcGIS 10.2, путем оцифровки колодцев и скважин с топографических карт масштаба 1:200 000. В ходе составления карты использовались материалы полевых обследований пастбищных колодцев и скважин, проведенных: КазНИИ водного хозяйства, КазНИИ животноводства и кормопроизводства, Институтом географии и Национальным центром космических исследований и технологий РК в рамках проекта: «Устойчивое управление пастбищными ресурсами с использованием ГИС технологий» по Программе: «Технология интенсивного развития животноводства» МСХ РК (2015-2017 годы) [3]; данные инвентаризации колодцев на землях сельскохозяйственного назначения, полученные РГП «ГИСХАГИ» РК в 2010-2016 годах; результаты исследований Института гидрогеологии и геоэкологии МОН РК за 2010-2016 годы по запасам подземных вод и др. Для проведения анализа состояния источников обводнения (действующих и вышедших из строя) использовались данные, полученные при расчетах значений вегетационных индексов NDVI (**рисунок 2**).

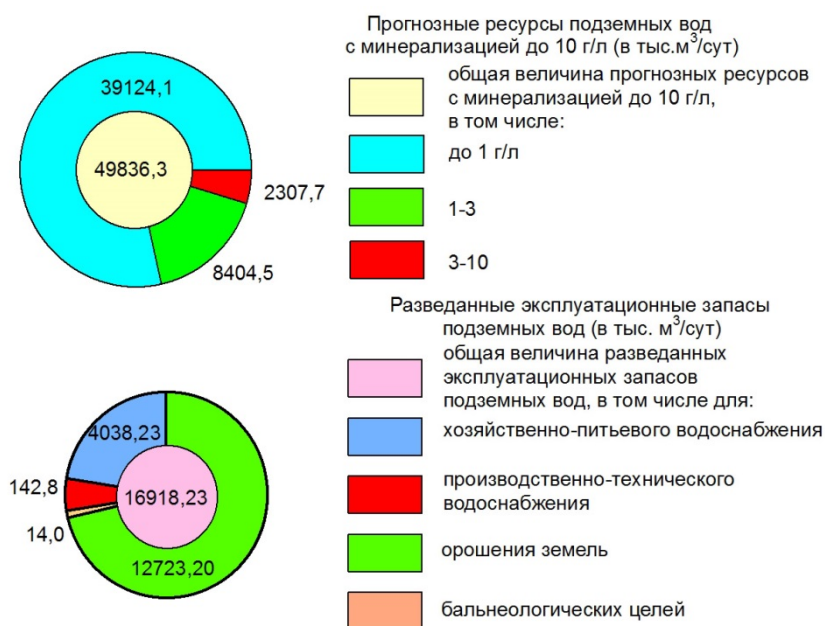


**Рисунок 2** – Использование космических снимков (данных ДЗЗ) для оценки обводненности пастбищ

### Полученные результаты и их обсуждение

Отличительной особенностью Алматинской области является орографическая и климатическая неоднородность, наличие водных ресурсов, большое разнообразие кормовых ресурсов, которые позволяют развивать отгонно-пастбищное животноводство при наличии обводняемых пастбищ.

Для обводнения пастбищ области используются поверхностные и подземные воды. Средний многолетний годовой объем поверхностного стока рек области составляет примерно 26,5 млрд. м<sup>3</sup> [4]. В целом, на территории Алматинской области разведано 82 месторождения подземных вод с общей величиной запасов 16918,23 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Прогнозные ресурсы подземных вод с минерализацией до 10 г/л составляют 49836,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе с минерализацией до 1 г/л – 39124,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут (рисунок 3) [5].



**Рисунок 3** – Обеспеченность подземными водами территории Алматинской области

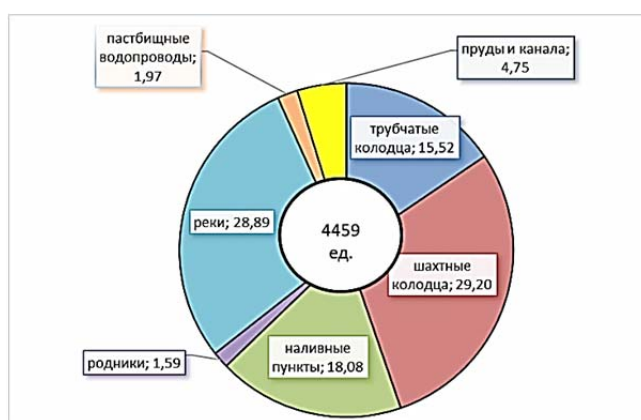
Территория Алматинской области обладает значительным потенциалом подземных вод для обводнения пастбищ. Основной забор воды на обводнение пастбищ в равнинной части области осуществляется из подземных вод приуроченных к Северо-Балкашскому, Алакольскому, Копя-Илийскому бассейнам, а в пределах предгорной и горной части – к Кегень-Каркаралинскому, Текесскому, Джунгарскому и Кунгей-Алатаускому бассейнам.

Забор воды на обводнение пастбищ области за 2019 год составил 2,9 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 0,1% от всего забора воды по сельскому хозяйству, и по сравнению с 1990 годом он уменьшился в 1,5 раза, что привело к сокращению площадей обводняемых пастбищ за



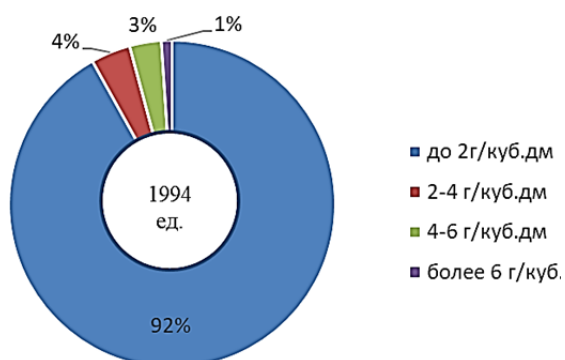
рассматриваемый период на 1369 тыс. га. Основной причиной нехватки площадей обводненных пастбищ для развития отгонно-пастбищного животноводства является неудовлетворительное техническое состояние обводнительных сооружений или их полное отсутствие.

В настоящее время в области (на землях сельскохозяйственного назначения) насчитывается 4459 ед. источников обводнения пастбищ, представленных обводнительными сооружениями и естественными водными источниками, к которым подвешено 5,3 млн га пастбищ (рисунок 4). Обводнительные сооружения (шахтные и трубчатые колодцы) насчитывают 1994 ед. или 44,7% всех обводнительных источников, за счет данных сооружений потенциально должно обводняться 1784,9 тыс. га пастбищ. Однако только около 40% обводнительных сооружений являются исправными в полной мере, а более 60% требуют частичной или значительной реконструкции, или являются вышедшими из строя. Основной причиной выхода из строя трубчатых и шахтных колодцев является выработка нормативного срока службы, повышение минерализации воды, отсутствие надлежащей эксплуатации, изменения форм собственности и значительное разрушение пастбищной инфраструктуры.



**Рисунок 4** – Ранжирование источников обводнения на пастбищах земель сельскохозяйственного назначения, %

Водопой сельскохозяйственных животных на пастбищах должен обеспечивать суточную потребность скота в питьевой воде исходя из видов выпасаемых сельскохозяйственных животных, где качество воды в источниках забора по минеральному составу должно соответствовать требованиям ГОСТа 2874-82. Минерализация воды до 2 г/дм<sup>3</sup> наблюдается в 92% количества шахтных и трубчатых колодцев области используемых для обводнения пастбищ. Обводнительные сооружения пастбищ, имеющие минерализацию воды более 6 г/дм<sup>3</sup> являются непригодными для водопоя сельскохозяйственных животных. На пастбищах сельскохозяйственного назначения области их насчитывается около одного процента (рисунок 5).



**Рисунок 5** – Распределение шахтных и трубчатых колодцев с различной минерализацией, %  
По результатам проведенной оценки создана карта обводненности пастбищ

Алматинской области в масштабе 1:1 000 000, в программном продукте ArcGIS 10.2 (рисунок 6).

Согласно пространственного распределения водных ресурсов Алматинской области на карте в границах административно-территориального деления области выделено 3 водохозяйственных участка – Верховье р. Иле, Низовье р. Иле и Восточные реки, где отражена степень водообеспеченности пастбищ. На карте отображены источники обводнения, зоны обводнения пастбищ водой с различной минерализацией, а также отражено техническое состояние водоисточников обводнения - используемые, требующие реконструкции и не используемые (вышедшие из строя). Отражение качественных и количественных характеристик обводнения пастбищ в разрезе границ водохозяйственных участков и административных районов является необходимым условием получения объективной информации по состоянию пастбищных угодий для развития отгонно-пастбищного животноводства Алматинской области.

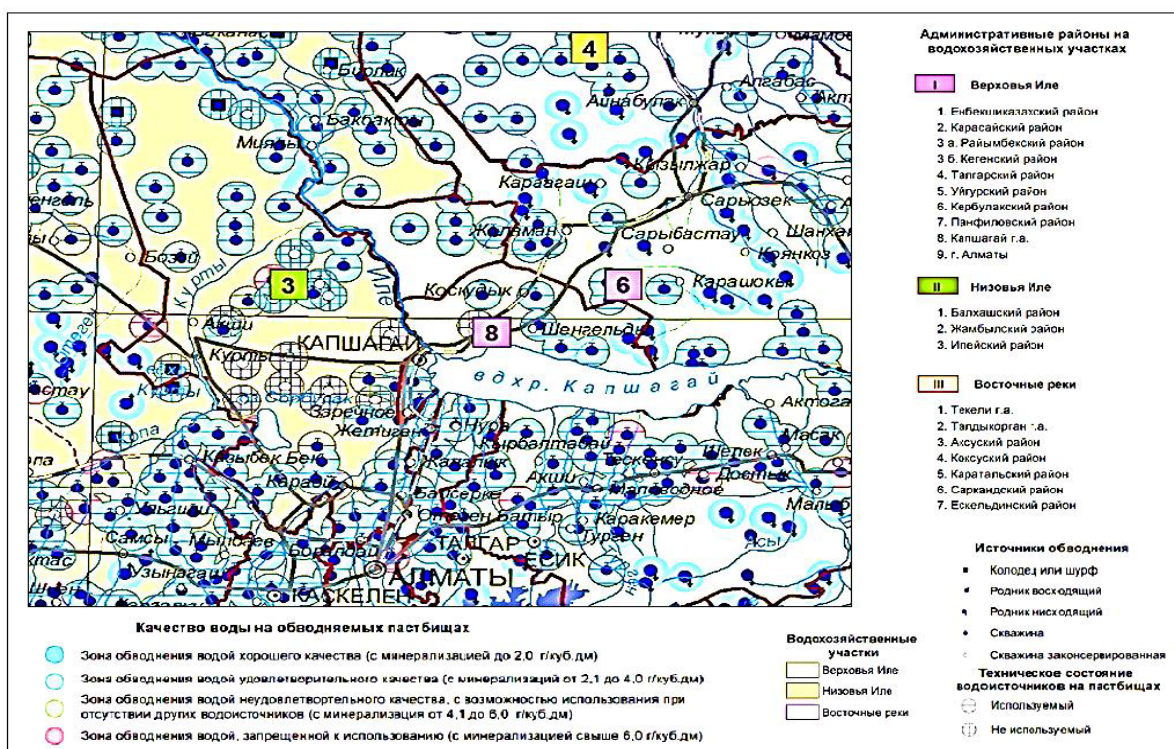


Рисунок 6 – Фрагмент карты обводненности пастбищ Алматинской области

## Выводы

Проведённые исследования по оценке и картографированию обводненности пастбищ Алматинской области РК показали, что:

- Общий забор воды на обводнение пастбищ за 2019 год составил 2,9 млн. м<sup>3</sup>;
- потенциальная территория обводненных пастбищ области составляет 10,5 млн. га, из них 5,3 млн. га приходится на земли сельскохозяйственного назначения, однако не все водозаборные сооружения на данных территориях функционируют в полном объеме;
- основными источниками водоснабжения пастбищных территорий области являются подземные воды (12 месторождений с запасами 9273,6 тыс. м<sup>3</sup>/сутки), где забор воды осуществляется за счет шахтных и трубчатых колодцев, причем 60% из них нуждаются в реконструкции или полностью вышли из строя, что является основной причиной нехватки обводненных территорий пастбищ для развития отгонно-пастбищного животноводства;
- на землях сельскохозяйственного назначения насчитывается 4459 единиц источников обводнения пастбищ, большая часть которых сконцентрирована в Жамбылском, Илейском, Аксуском и Панфиловском административных районах (57% от всего количества

водозаборных сооружений области).

Разработанная картографическая модель по обводненности пастбищ Алматинской области РК с использованием технологий дистанционного зондирования Земли, ГИС-технологий и результатов полевых исследований дает возможность хозяйствующим субъектам, особенно фермерским хозяйствам, организовать рациональное ведение отгонного животноводства, обеспечить экологически безопасную и сбалансированную структуру пастбищных угодий, устойчивость и доходность сельскохозяйственного производства, улучшить качество жизни сельского населения.

### Список литературы

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2018 год. – Астана, 2019. – 273 с.
2. О пастбищах. Закон Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года №47-VI ЗРК. – ([http://www.adilet.zan.kz/rus/docs/Z1700000047/z47\\_1.htm](http://www.adilet.zan.kz/rus/docs/Z1700000047/z47_1.htm))
3. Алимаев, И.И. Устойчивое управление пастбищными ресурсами Казахстана с использованием ГИС-технологий / И.И. Алимаев, И.Б. Скоринцева, Т.А. Басова, В.С. Крылова // Вопросы географии и геоэкологии. 2017. – №2. – С. 64-74.
4. Балкаш-Алакольская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов: отчет о деятельности за 2019 год. – Алматы, 2019. – 334 с.
5. Смоляр, В.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. XIX. Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование [Текст] / В.А. Смоляр, Б.В. Буров, С.Т. Мустафаев – Алматы, 2011. – 362 с.

### ASSESSMENT OF WATER-BEARING PASTURES IN ALMATY REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Tatybekov A.<sup>1</sup>, Skorintseva I.B.<sup>2</sup>, Bassova T.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty*

<sup>2</sup>*Institute of Geography and Water Security, Almaty*

#### Abstract

The article presents the results of assessment the water-bearing pastures in Almaty region of the Republic of Kazakhstan on the basis of statistical data, field survey data and space images of different spatial resolution, facilitating the development of distant-pasture animal husbandry. Quantitative and qualitative indicators of the flooding have been provided. The map of water-bearing pastures of Almaty region is presented on the basis of modern GIS technologies on a scale of 1:1 000 000.

**Key words:** water-bearing pastures, flooding sources, water intake, water resources, cartographic model.

### ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ СУАРМАЛЫ ЖАЙЫЛЫМДАРЫН БАҒАЛАУ

**Татыбеков А.<sup>1</sup>, Скоринцева И.Б.<sup>2</sup>, Басова Т.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы*

<sup>2</sup>*География және су қауіпсіздігі институты, Алматы*

#### Андатпа

Мақалада мал шаруашылығының өрістік-жайылымдық дамуына септігін тигізетін, статистикалық деректер, далалық зерттеулер деректерінің және әртүрлі кеңістіктік рұқсат-

тылықтағы түсірілімдер негізінде Қазақстан Республикасы Алматы облысының суармалы жайылымдық алқаптарын бағалаудың нәтижелері көрсетілген. Суармалы құрылымдары жағдайының сандық және сапалық көрсеткіштері берілген. Заманауи ГАЖ-технологиялары негізінде масштабы 1:1 000 000 жасалған Алматы облысының суармалы жайылымдары картасы көрсетілген.

**Кілт сөздер:** жайылымдарды суармалау, суармалау көздері, су алу, су ресурстары, картографиялық модель.

УДК 556.5

## ОЦЕНКА РЕЧНОГО СТОКА Р. ИЛЕ

Тұнғышбек М., Ауытбек Д.

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, РК*

### **Аннотация**

Работа посвящена вопросу оценки речного стока р. Иле. Оценка рядов наблюдений годового стока р. Иле произведена с применением методов расчета годового стока, которые применяются в классической гидрологии (в зависимости от наличия и объема информации о стоке).

**Ключевые слова:** среднегодовой сток, оценка антропогенного влияния на сток, водные ресурсы.

### **Введение**

Вопросу оценки речного стока многие ученые-гидрологи посвящали свои исследования. Оно и понятно, так как водообеспеченность района имеет большое значение в жизни человеческого общества, а с развитием экономики и увеличением водопотребления, очень важно иметь точную количественную оценку имеющихся запасов. Вначале стоит отметить, что такое водные ресурсы вообще, и что такое ресурсы речного стока.

Водные ресурсы – это все поверхностные, а также подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются в хозяйственной деятельности человека или могут быть использованы [1].

Водные ресурсы рек – это средние запасы воды, которые находятся в речной сети в рассматриваемый период времени. Наиболее часто водные ресурсы территории определяются по среднемноголетнему стоку рек исследуемого района [2]. Среднее многолетнее значение стока – это норма стока. Она является основной характеристикой водных ресурсов рек, а также служит одним из главных параметров при решении вопросов водохозяйственного проектирования.

Местный сток, который формируется в определенном районе, рассчитывается либо суммированием значений стока отдельных рек, либо по разности общего количества оттока и притока вод. Одной из основных задач при определении ежегодных значений стока рек является установление расчетных параметров: среднего многолетнего стока, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии. Среднегодовой сток относится к основным гидрологическим характеристикам. С помощью этой характеристики стока можно судить не только о водных ресурсах речных бассейнов определенных регионов, но и степени их увлажненности, а также о водном балансе различных территорий [2].

Исследованиями годового стока занимались такие выдающиеся ученые-гидрологи, как Д.И. Кочерин, А.В. Огиевский, Б.Д. Зайков, Д.Л. Соколовский, К.П. Воскресенский, Б.В. Поляков, В.Г. Андреянов, И.А. Шикломанов.

### **Методика исследований**

Существует ряд методик для расчета годового стока. В работе [3] подробно приводятся все существующие методики расчета водных ресурсов. Большинство методик основано на уравнении водного баланса. В книге Владимирова А.М. [2] приводятся методы расчета годового стока, которые применяются в классической гидрологии. Согласно этому, в зависимости от наличия и объема информации о стоке, при расчетах годового стока применяется один из трех способов:

– при длительном периоде наблюдений, который удовлетворяет определению нормы стока, расчет осуществляется непосредственно по данным наблюдений. В расчетах используется репрезентативный период из этого ряда или весь ряд;

– при коротком периоде наблюдений и не репрезентативных данных осуществляется приведение этого ряда к длинному периоду с использованием метода гидрологической аналогии;

– если ряд очень короткий и метод гидрологической аналогии неприменим, т.к. отсутствуют реки-аналоги или вообще нет гидрологических наблюдений, то норма годового стока определяется на основании обобщений, осуществленных по изученным рекам, или используются уравнения водного баланса.

Если река находится или находилась под влиянием хозяйственной деятельности, то необходимо восстановить сток, соответствующий естественному режиму этой реки. Если на реке, которая находится в естественном состоянии, планируется забор воды на хозяйственное использование, то в рассчитанные значения стока вводятся соответствующие поправки.

Для удлинения ряда данных о стоке или для восстановления естественного стока реки подбираются реки-аналоги, с помощью которых и производятся необходимые расчеты. При подборе рек-аналогов необходимо учитывать следующее:

– географические условия, т.е. расчетная река и выбираемая нами река-аналог должны находиться в максимальной географической близости, поскольку, чем меньше расстояние между их бассейнами, тем менее вероятны различия в условиях формирования стока;

– климатические условия, влияющие на формирование стока рассматриваемых рек, должны быть практически одинаковыми;

– рельеф водосборов, почво-грунты и гидрогеологические условия в бассейнах рассматриваемых рек не должны сильно отличаться;

– на потенциальной реке-аналоге должны отсутствовать факторы, значительно искажающие ее естественный сток (водохранилища, сбросы или заборы воды);

– продолжительность совместных лет наблюдений за годовым стоком на исследуемой реке и реке-аналоге должна быть не менее 10 лет, т.к. именно за этот период обычно успевают проявиться общие черты в формировании стока.

Чтобы убедиться в правильности выбора реки-аналога необходимо построить зависимость стока расчетной реки от выбранного аналога. Связь за годы одновременных наблюдений должна быть достаточно тесная, характеризующаяся коэффициентом корреляции  $r \geq 0,7$ . Количество пунктов-аналогов, используемых для приведения годового стока в расчетном пункте, может быть от одного до трех-четырех.

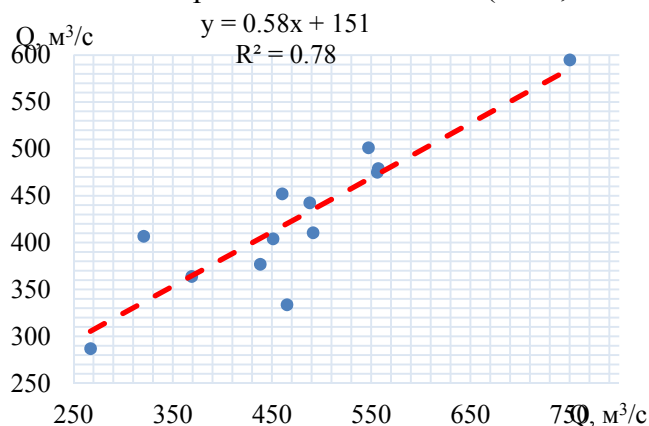
### **Результаты исследований и их обсуждение**

Для восстановления значений стока у пункта р. Иле – пристань Добын за 2002-2003 гг., построен график связи средних годовых расходов воды данного пункта и средних годовых расходов воды пункта – аналога р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС. Коэффициент корреляции рассматриваемой связи составил 0,88. Вычисленное уравнение регрессии имеет вид:  $y=0.58x+151$ . График связи средних годовых расходов воды пункта р. Иле – пристань Добын и средних годовых расходов воды пункта – аналога р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС представлен на рисунке 1.

Гидрологический пост р. Иле – в 164 км выше Капшагайской ГЭС был открыт 01.09.1956 г. Период наблюдения за стоком воды прерывался. Наблюдения велись в годы:

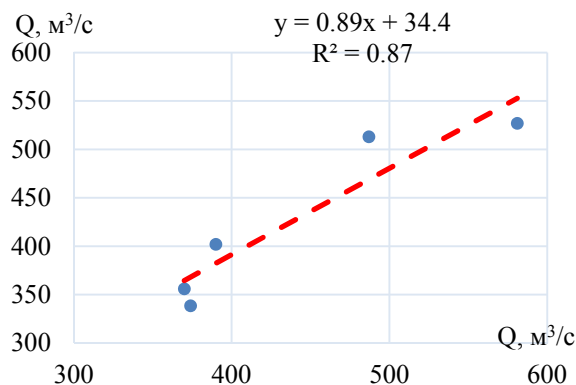
1957-1958, 1960, 1965-1967, 1970-2015 гг. В качестве пункта-аналога был выбран гидрологический пост р. Иле – урочище Капшагай до зарегулирования стока и после ввода в эксплуатацию Капшагайского гидроузла.

Восстановленные годы – период естественного стока (1959-1964, 1968-1969 гг.), коэффициент корреляции зависимости расходов воды в расчетном пункте и пункте-аналоге составил  $r=0,93$ , и соответственно период бытового стока (1996, 2002-2003 гг.), где  $r=0,73$ .

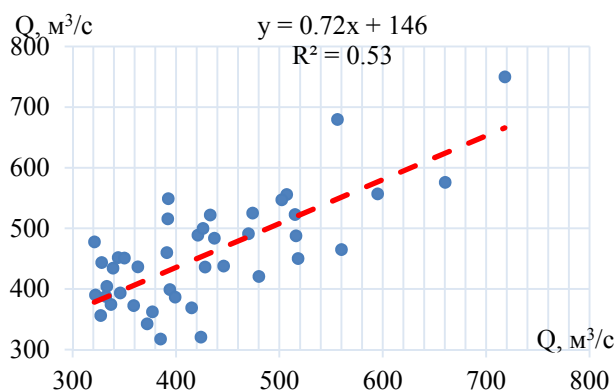


**Рисунок 1** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – пристань Добын и р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС

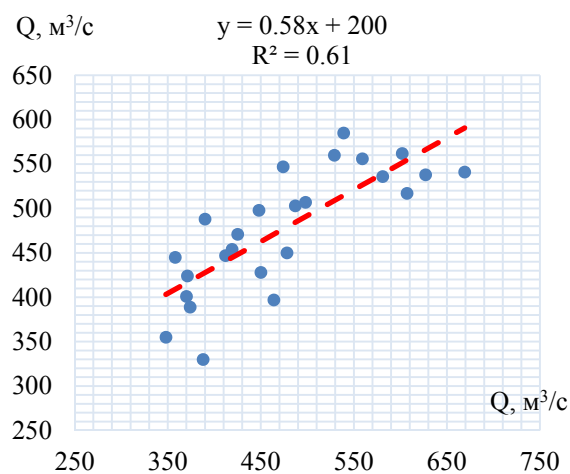
Средние годовые расходы воды за период с 1957 по 1969 и с 1970 по 2015 годы восстановлены по уравнению связи средних годовых расходов воды со значениями, соответственно, средних годовых естественного и бытового расходов воды (**рисунки 2-9**).



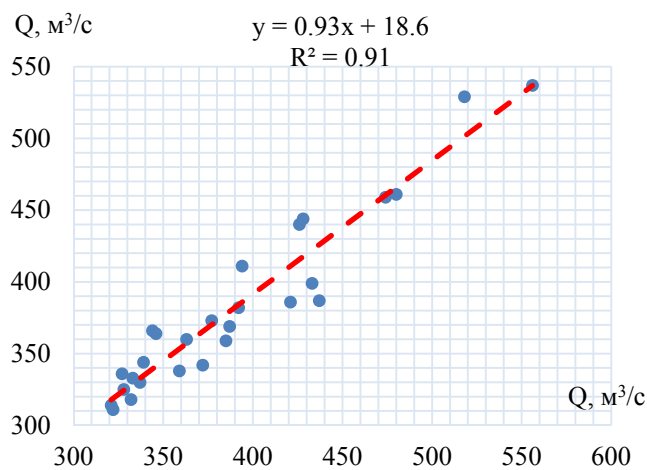
**Рисунок 2** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС и р. Иле – урочище Капшагай (естественный сток)



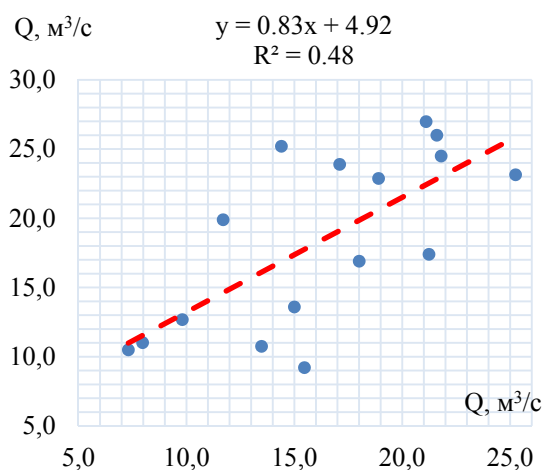
**Рисунок 3** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС и р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)



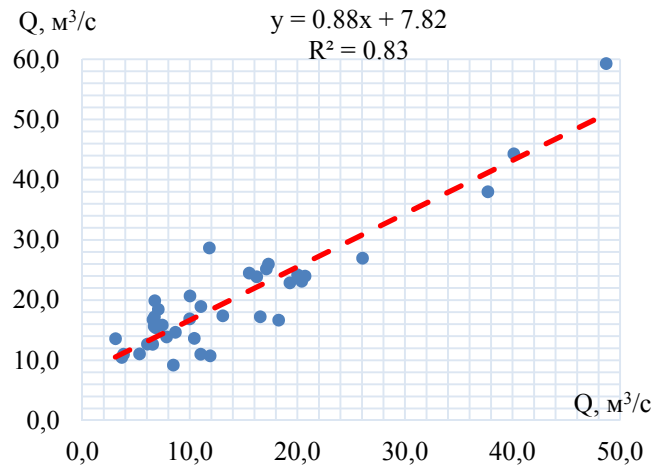
**Рисунок 4** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – с. Ушжарма и р. Иле – урочище Капшагай (естественный сток)



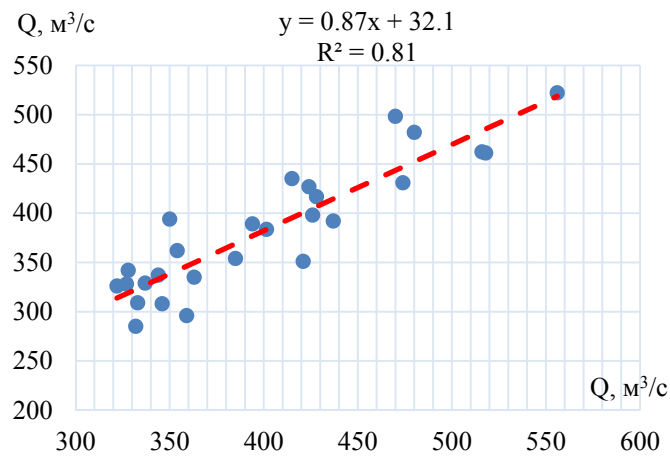
**Рисунок 5** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – с. Ушжарма и р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)



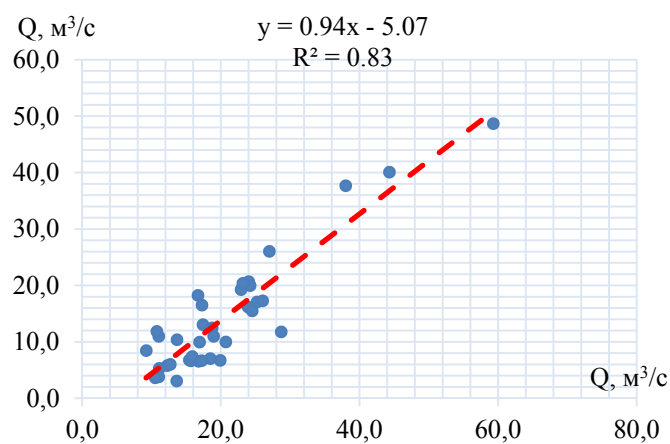
**Рисунок 6** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – в 1 км ниже ответвление рукава Жидели и р. Иле, протока Суминка в 16 км ниже истока



**Рисунок 7** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – в 1 км ниже ответвление рукава Жидели и р. Иле, р. Иле – аул Жидели



**Рисунок 8** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле, рукав Жидели – в 16 км ниже истока и р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)



**Рисунок 9** – Связь средних годовых расходов воды р. Иле – аул Жидели и р. Иле – в 1 км ниже ответвления рукава Жидели

На постах по длине р. Иле отмечаются нарушения естественного водного режима из-за интенсивной хозяйственной деятельности на территории Китайской Народной Республики и из-за действия плотины Капшагайской ГЭС. В настоящее время основными проблемами



двухсторонних отношений Республики Казахстан (РК) и Китайской Народной Республики (КНР) в сфере использования и охраны трансграничных рек является вопрос увеличения водозаборов на территории КНР из трансграничной р. Иле. В условиях дефицита водных ресурсов РК, и учитывая трансграничный характер реки, очень важна точная оценка расхода воды непосредственно на входе реки в РК. Учитывая трансграничный характер р. Иле, ее исключительное значение в водообеспечении большого региона Казахстана, очень важна точная оценка расхода воды реки непосредственно на ее входе в РК (таблицы 1-2).

Но на приграничных, близко расположенных гидрологических постах (ГП) на территории КНР и РК используется разная методика измерения расходов и подсчета стока. В итоге получаются неодинаковые результаты. В этих условиях целесообразен детальный анализ мониторинга водности реки в приграничной ее части.

В работе [4] излагаются результаты детального анализа расходов воды и подсчета стока р. Иле в приграничной ее части по данным двух гидрологических постов по обе стороны границы за 2011-2015 гг. Расчетные значения не слишком отличаются, они вполне сопоставимы, что свидетельствует о достаточно высоком качестве мониторинга с обеих сторон. На этой основе сформулированы практические рекомендации по деталям усовершенствования мониторинга водности на рассматриваемом участке реки.

**Таблица 1** – Сведения о реконструкции рядов годового стока реки Иле

Период наблюдений	Пункт-аналог	Число совместных лет наблюдений	R	Уравнение регрессии	Годы, сток за которые восстановлен сток	$\delta_R$	$R/\delta_R$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>р. Иле – пристань Добын</b>							
2001, 2004-2015	р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС	13	0.88	$y=0.58x+15$ 1	2002, 2003	0,06 1	14,4
<b>р. Иле – в 164 км выше Капшагайской ГЭС</b>							
1957-1958, 1960, 1965-1967, 1970-2015	р. Иле – урочище Капшагай (естественный сток)	5	0.93	$y=0.89x+34.$ 4	1959-1964, 1968-1969	0,06 6	14,1
	р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)	43	0.73	$y=0.72x+14$ 6	1996, 2002-2003	0,05 7	12,8
<b>р. Иле – с. Ушжарма</b>							
1940-1943, 1949-2009	р. Иле – урочище Капшагай (естественный сток)	25	0.78	$y=0.58x+20$ 0	1939, 1944, 1948	0,07 9	9,87
	р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)	27	0.96	$y=0.93x+18.$ 6	1997-2015	0,01 6	60,0
<b>р. Иле, рукав Жидели - в 16 км ниже истока</b>							
1976-1997, 2004-2015	р. Иле – урочище Капшагай (бытовой сток)	26	0.90	$y=0.87x+32.$ 1	1996-2004, 2006, 2009-2012	0,03 6	25,0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
р. Иле – в 1 км ниже ответвления рукава Жидели							
1968-1973, 1976-1982, 1987-1997, 2004-2015	р. Иле, протока Суминка – в 16 км ниже истока, поселок Аралтобе	16	0.69	$y=0.83x+4.9$ 2	1983-1984, 1986	0,130	5,30
	р. Иле – аул Жидели	39	0.91	$y=0.88x+7.8$ 2	1974, 1975, 1985	0,027	33,7
	р. Есик – г. Есик	36	0.70	$y=8.28x-$ 18.4	1998-2003	0,085	8,23
р. Иле – аул Жидели							
1968-1973, 1975-1994, 2004-2015	р. Иле – в 1 км ниже ответвления рукава Жидели	38	0.91	$y=0.94x-$ 5.07	1974, 1995- 2003	0,027	33,7

**Таблица 2 – Сведения о реконструкции рядов годового (условно-естественного) стока реки Иле**

Река – пост	Река – аналог	r	Уравнение регрессии	Восстановленные годы	Примечание
р. Иле – урочище Кайбырлан	р. Иле – урочище Капшагай (137 км)	0,92	$y=1,12x-132$	1956-2015	-
	Суммарный сток р. Шарын – урочище Сарытогай, р. Борохузир – с. Кийтын, р. Осек – 1,7 км, р. Киши Осек – 0,2 км	0,81	$y=6,24x+161$	2011-2018	естественный сток
р. Иле – урочище Капшагай (37 км)	р. Иле – с. Ушжарма	0,99	$y=0,88x+24,0$	1997, 1998, 2008, 2009	по фактическому стоку
	р. Иле – с. Ушжарма	0,99	$y=1,01x+2,26$	1974-2018	по естественному ряду р. Иле – аул Ушжарма
р. Иле – аул Ушжарма	р. Иле – 37 км ниже Капшагайской ГЭС (урочище Капшагай)	0,98	$y=0,97x+9,67$	2011-2015	фактический сток 2011-2015
	р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС	0,99	$y=1,13x+3,41$	2011-2018	естественный сток 2011-2015

Исходя из данного анализа современных гидрометеорологических условий региона в качестве расчетного периода для оценки характеристик стока рек и водных ресурсов региона в целом, выбраны годы с 1975 по 2015 гг. Параметры кривых обеспеченностей годового стока реки Иле за разные периоды, ( $m^3/c$ ) приведены в **таблице 3**.

**Таблица 3 – Характеристики годового стока реки Иле**

Год	Q, м <sup>3</sup> /с	Cv	Расходы воды различной обеспеченности, %						
			5	10	20	50	75	90	95
р. Иле – пристань Добын									
2001-2015	429	0,17	555	525	489	425	378	339	317
р. Иле – в 164 км выше Капшагайской ГЭС									
1975-2015	463	0,22	641	597	547	456	391	338	308
р. Иле – урочище Капшагай									
1911-2015	454	0,20	615	574	528	447	389	343	319
1975-2015	443	0,23	643	578	512	417	369	342	331
р. Иле – с. Ушжарма									
1975-2015	434	0,23	632	565	497	405	362	342	336
р. Иле, рукав Жидели – 16 км ниже истока									
1976-2015	425	0,23	604	556	501	413	354	310	289
р. Иле – в 1 км ниже ответвления рукава Жидели									
1975-2015	18,1	0,36	30,9	26,7	22,5	16,4	13,4	11,7	11,0
р. Иле – аул Жидели									
1975-2015	11,4	0,59	24,2	20,4	16,3	10,2	6,42	4,11	3,01

Потери стока р. Иле связанные с хозяйственной деятельностью в бассейне Иле-Балкаша и прежде всего из-за созданного Капшагайского водохранилища отразились и на изменениях уровня оз. Балкаш. Как известно, начиная с 1970 г., года ввода в эксплуатацию Капшагайского водохранилища, уровень озера начал снижаться с отметок 343 м абс. до 340,7 м абс. к 1986 г.

Временные потери стока реки на заполнение чаши водохранилища и увеличение испарения не позволили отреагировать на климатические изменения, способствующие увеличению увлажненности бассейна. Однако, в настоящее время уровень оз. Балкаш вернулся практически к отметкам 1960-1970-х годов. Таким образом, естественное увеличение водности рек бассейна за счет роста количества годовых осадков, компенсировало потери стока за счет хозяйственной деятельности за прошедшие десятилетия.

За последние 20 лет величина годового стока р. Иле повторяемостью 1 раз в 20 и 100 лет возросла на 16 и 18%. Водные ресурсы р. Иле приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Естественные (климатические) ресурсы речного стока в бассейне р. Иле**

Бассейн	Местные ресурсы РК, км <sup>3</sup>	Приток из КНР в РК, км <sup>3</sup>	Отток в КНР, км <sup>3</sup>	Сумма, км <sup>3</sup>
р. Иле	7,19	14,1	1,02	21,3

### Выводы

В настоящем, точнее в современном цикле водности (период 1975-2015 гг.) суммарные естественные (климатические) ресурсы речного стока рассматриваемого Казахстанско – Китайского трансграничного бассейна составляют 21,3 км<sup>3</sup>, из них местные ресурсы 7,19 км<sup>3</sup>, поступающие из-за пределов РК - 14,1 км<sup>3</sup>, но фактически, с учетом оттока (1,02 км<sup>3</sup>) из Казахстана в Китайскую Народную Республику. Таким образом, почти 60 %

местных ресурсов сконцентрировано в бассейне р. Иле при этом, 66 % стока р. Иле формируется за пределами страны.

### Список литературы

1. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
2. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
3. Шикломанов И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы. Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 154 с.
4. Амиргалиева А.С., Гальперин Р.И. Анализ данных трансграничного поста р. Иле – пристань Добын за период с 2011 по 2015 гг. Гидрометеорология и экология, № 2, 2017. – С. 90-97.

### ASSESSMENT OF THE RIVER FLOW OF THE ILE RIVER

**Tungyshbek M., Auytbek D.**

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

#### **Abstract**

The paper is devoted to the assessment of the river flow of the Ile River. Estimation of the annual runoff of the Ile River was performed using the methods of calculating the annual flow, which are used in classical hydrology (depending on the availability and volume of information about the flow).

**Keywords:** average annual runoff, assessment of anthropogenic impact on runoff, water resources.

### ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ АҒЫНЫН БАҒАЛАУ

**Тұңғышбек М., Ауытбек Д.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, ҚР*

#### **Аңдатпа**

Жұмыс Іле өзенінің ағынын бағалау мәселесіне арналған. Іле өзенінің жылдық ағынын бақылау қатарларын бағалау классикалық гидрологияда қолданылатын жылдық ағынды есептеу әдістерін қолдана отырып жүргізілді (ағын туралы ақпараттың болуы мен көлеміне байланысты).

**Кілт сөздер:** орташа жылдық ағын, су ресурстары, антропогендік әсерді бағалау.

3 сессия.

## БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ: ОПЫТ, СОТРУДНИЧЕСТВО, ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 631.585 (574.52)

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СХЕМАМ ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ ДЛЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ АРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Устабаев Т.Ш.

*ТОО «Казахский научно исследовательский институт водного хозяйства»,  
Тараз, Казахстан*

#### **Аннотация**

Неотложное решение проблемы водоснабжения на острове Барсакельмес вызвано крайне тяжелым положением сложившимся в последние десятилетие по водоснабжению как сотрудников заповедника, так и диких животных (куланов, джейранов, сайгаков) хозяйственно-питьевой водой. Заявленная потребность в воде с минерализацией до 10 г/л для водопоя животных составило 100- 150 м<sup>3</sup>/сут, а с минерализацией 1,0-1,5 г/л для питьевых целей 1,5 м<sup>3</sup>/сут.

**Ключевые слова:** Обводнение, пастбища, дикие животные, заповедник Барсакельмесе.

#### **Введение**

Согласно законодательству Республики Казахстан в области охраны, воспроизводства и использования животного мира, охрана дикого животного мира является одним из наиболее приоритетных задач.

Поэтому восстановление и реконструкция обводнительных сооружений для поения диких животных – это одна из первоочередных задач, так как данные условия необходимы обеспечения экологической жизнедеятельности и необходимой численности находящихся здесь диких животных, а также для предотвращения отпугивания животных.

#### **Методика исследований**

В ходе выезда на территорию заповедника были сделаны координатные привязки ко всем водохозяйственным сооружениям, что позволит в дальнейшем по составлению проектных документаций обосновать использование солнечно ветровой энергии, совершение технических средств водоподачи, поднятие воды и других проектных предложений.

#### **Полученные результаты и их обсуждение**

##### **Техническое состояние существующих водопойных сооружений**

В ходе обследований водозаборных сооружений на территории заповедника Барсакельмес было обследовано три бугута и две скважины.

По результатам обследования установлено:

Бугут №1: Глухая наливная плотина грунтового типа (**рисунки 1**). Координаты: N 45°39'430", E 059°51'597", высота над уровнем моря 270 м.



**Рисунок 1** – Действующий Бугут №1, гребень земляной плотины.

Используется аккумулируя талые и осадковые воды, сохраняя их до мая месяца, Из-за изменения климата и уменьшения осадков водосбор значительно сократился от проектного, для увеличения водосбора рекомендуется установить снегозадержатели с учетом розы ветров, при реализации данных работ возможно сохранение воды до летнего периода для водопоя диких животных.

Бугут №2: Глухая наливная плотина грунтового типа. Координаты: N 45°40'401", E 059°50'959", высота над уровнем моря 271 м.

Используется аккумулируя талые и осадковые воды, из-за незначительного понижения ветра выдувают снежный покров с водосборной чаши, аккумуляция снега незначительная, при сохранении талых вод удаётся сохранить их в ранне-весенний период с незначительным объемом, рекомендуется установить снегозадержатели для сохранения снежного покрова. При реализации рекомендаций возможно сохранить и увеличить водосбор до раннего летнего периода.

Бугут №3. Приусадебный: Глухая наливная плотина грунтового типа, с суффозионным размывом тела плотины (рисунок 7,8,9). Координаты: N 45°40'502", E 059°54'776", высота над уровнем моря 56м.

Находится в аварийном состоянии из-за размыва земляной плотины дальнейшая эксплуатация не предоставляется возможной до полного восстановления тела плотины с учетом всех требований строительства гидротехнических сооружений. При эксплуатации являлся самым большим на острове Барсакельмес с возможностью сохранять водосбор до летнего периода и возможностью наполняться водой из скважины в маловодные годы. Исходя из анализа растительности по чаше пруда, данное сооружение не использовалось более двадцати лет. При реконструкции сооружения с установкой снегозадержателей возможно сосредоточить от 200 до 300 м<sup>3</sup> воды.

Скважина Приусадебная: Находится на удалении 50 м от хозяйственно бытовых построек. Координаты N45°40'376", E 059°55'035", высота над уровнем моря 63м. При эксплуатации служила для хозяйственно бытовых нужд сотрудников заповедника, в маловодные годы для поение диких животных заповедника. В ходе обследования паспорт скважины не удалось найти, визуальный осмотр показал: диаметр 219, забита на уровне 60 метров, вода в скважине есть из-за засора ствола скважины не представилось возможным провести откачку скважины для определения дебита, минерализации воды.

Реконструкция и очистка скважины должна являться основной из задач в водообеспечении заповедника и организации водопоя диких животных. Также, при восстановлении скважины можно производить откачку воды с сбросом в Бугут Приусадебный, который пересыхает в маловодные годы для водопоя диких животных сохраняя условия для предотвращения отпугивания животных.

Скважина №2, находится на высохшем дне Аральского моря, примерно в удалении 20-30 км от острова Барсакельмес (**рисунки 2**). Координаты N45°39'988", E 056°14'908", высота над уровнем моря 30 м. Диаметр скважины 219, минерализация в среднем составляет 7 г/л, статический уровень воды у поверхности земли до 0,5 м.



**Рисунок 2** – Оголовок скважины.

При дальнейшей эксплуатации данной скважины рекомендуется использовать мембранный метод опреснения минерализованных вод. Полноценное использование скважины не представляется возможным из-за значительной удаленности от потребителей воды.

#### **Возможные варианты обустройства водопойных пунктов**

Восстановление и реконструкция бугутов для поения диких животных одна из первоочередных задач, так как данные условия необходимы для предотвращения отпугивания животных.

Предварительные варианты могут быть рассмотрены в виде следующих схем обводнения. Ремонт существующих или строительство новых обводнительных сооружений типа «бугут». Согласно смет представленным ИП «Темирхан Шукуров» ремонт одного бугута может составить 5,6 млн. тенге. Строительство нового соответственно в 2-2,5 раза дороже. В ходе обследования установлено что восстановления требует один бугут «Приусадебный» из трех расположенных на территории заповедника. Использование данного сооружения не возможно из-за промыва тела плотины. По остальным сооружениям для полноценной эксплуатации и сохранения талых и осадковых вод до летнего периода, требуется установка снегозадержателей, сборного резинового типа.

В ходе осушения Аральского моря в последние 40 лет климатические условия в данном регионе резко изменились, сократилось количество осадков в осенне-зимний период, усилилось количество ветреных дней. Следовательно водозабор воды от проектного по трем бугутом сократился на 70% и не удовлетворяет нужд водопотребителей, сохраняя воду только в весенний период. При установление снегозадержателей планируется сохранять воду до летнего периода.

#### **Очистка и реконструкция действующих скважин**

На территории заповедника поверхностные источники отсутствуют. Имеются лишь временные водотоки и скопление воды в понижениях образованные за счет талых и дождевых вод.

Подземные воды находятся на больших глубинах (до 1,5 км), сильно минерализованы и неперспективны для использования в хозяйственных целях.

Учитывая вышесказанное, организация водопойных пунктов для диких животных является сложной задачей и требует значительных капитальных вложений.

Суточный объем водопотребления на животных, обитающих в заповеднике до 1990г. на безморозный период (200-230 дней) составлял по нормативам [4] (см. «Рекомендации по проектированию обводнения пастбищ с учетом охраны природы», разработанные КазНИИВХ, утверждены Минводхозом КазССР, 1980 год):

- сайгаки на 1 голову -5л/сутки X200 шт.= 1000 литров;
- джейраны на 1 голову - 5 л/сутки X70 шт.= 350 литров;
- куланы на 1 голову - 20 л/сутки X440 шт. = 8800 литров;

Суммарное суточное водопотребление - 10150л в среднем 10,5 м<sup>3</sup>/сутки.

Также для хозяйственно бытовых нужд сотрудников заповедника 1,5 м<sup>3</sup>/сутки. Итого в среднем суточная потребность воды 12м<sup>3</sup>/сутки.

При размещении водопойных пунктов для диких животных необходимо соблюдать ряд условий, таких как:

- плоская местность;
- удаление водопойного пункта на 300-500 м. от возвышенностей, оврагов, скопления кустарников, строений и т.д.
- отсутствие выступающих частей водопойного лотка над уровнем земли.

Данные условия необходимы для предотвращения отпугивания животных.

Предварительные варианты могут быть рассмотрены в виде следующих схем обводнения:

I вариант. Водоснабжение подземными водами с бурением скважины (глубина 800-1000 м), опреснение воды, строительство резервуара-накопителя, водопойных лотков.

Электроснабжение от дизель генератора или возобновляемых источников энергии (ветроагрегата, солнечные батареи) (**таблица 1**).

Опреснительная установка обратноосмотического типа или солнечная опреснительная установка (СОУ) лоткового типа. Необходимость постоянного обслуживания и охраны оборудования, а значит проживания людей.

**Таблица 1** – Смета затрат по варианту обводнения II. (укрупненные показатели)

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена, тг	Стоимость, тыс.тг.
1	Бурение скважины	пог.м.	1000	25 000	25 000,0
2	Опреснительная станция	шт	1	5 000 000	5 000,0
3	Ветрогенератор с солнечными батареями	шт	1	2 000 000	2 000,0
4	Дизельгенератор на 3 кВт	шт	1	2 000 000	2 000,0
5	Насосная станция	шт	1	500 000	500,0
6	Водопойные пункты	шт	5	500 000	2 500,0
7	Передвижной вагончик для жилья	шт	1	2 500 000	2 500,0
	ИТОГО:				39 500,0

II вариант. Очистка и реконструкция скважины «Приусадебная», строительство резервуара-накопителя, водопойных лотков. Электроснабжение от дизельгенератора или возобновляемых источников энергии (ветроагрегата, солнечные батареи) (**таблица 2**).

**Таблица 2** – Смета затрат по варианту обводнения (восстановление дебита скважины) II (укрупненные показатели)

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена, тг	Стоимость, тыс. тг.
1	Отчистка скважины	пог.м.	1000	15 000	15 000,0
2	Ветрогенератор с солнечными батареями	шт	1	2 000 000	2 000,0
3	Дизельгенератор на 3 кВт	шт	1	2 000 000	2 000,0
4	Насосная станция	шт	1	500 000	500,0
5	Водопойные пункты	шт	5	500 000	2 500,0
	ИТОГО:				22 000,0

Очистка и реконструкция скважины «Приусадебное» удешевляет затраты на бурение новой скважины в среднем на 40%. Отказ от обустройства скважины опреснительной станцией исключает расходы на круглогодичную эксплуатацию обслуживания и охраны оборудования, так как в зимние периоды не требуется проводить поение диких животных, сотрудники заповедника находятся на острове только в весенне-летний и осенний периоды.

#### **Строительство водовода от самоизливающихся скважин урочища Каскакулан**

Прокладка водовода из полиэтиленовых труб (Ø 100 мм) от летника в урочище Каскакулан юго-восточном направлении 60-70 км от него (**рисунок 3**).

На этом участке имеются самоизливающие скважины и родники с водой по качественному составу пригодной для поения животных (**рисунок 4**).

В этом варианте состав сооружений может быть таким:

- насосная станция на водозаборе;
- водовод со сбросными колодцами для опорожнения его на зимний период;
- резервуар-накопитель 10-15м<sup>3</sup>
- водопойные лотки в нескольких направлениях от резервуара на расстояние 300-500м

(**таблица 3**).





**Рисунок 3** – Расположение участков Барсакельмес и Каскакулан на территории заповедника



**Рисунок 4** – Самоизливающаяся скважина №1 урочища

При радиусе водопоя диких животных 6-10км будет охвачена значительная площадь пастбищ.

**Таблица 3** – Смета затрат по варианту обводнения III. (укрупненные показатели)

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена, тг	Стоимость, тыс.тг.
1	Насосная станция	шт.	1	500 000	500,0
2	Водовод	пог.м	60 000	2 500	150 000,0
3	Резервуар накопитель	шт.	5	500 000	2 500,0
4	Водопойные пункты	шт.	5	500 000	2 500,0
	<b>ИТОГО:</b>				155 500,0

Данный вариант один из самых дорогостоящих, в разрезе данного отчета приводится в виде возможного варианта.

#### **Установка опреснительной станции**

Также одним из вариантов обеспечения сотрудников заповедника хозяйственно питьевой водой может послужить использование передвижной опреснительной станции, по опреснению морской вод на побережье Аральского моря в удалении от хозяйственных

построек в среднем около 10 км. Используя модульную передвижную опреснительную установку (**рисунок 5**).



**Рисунок 5** – Опреснительная установка высокоминерализованной воды обратного осмотического типа.

Необходимость постоянного обслуживания и охраны оборудования, а значит проживания людей. Предварительная смета затрат приводится в таблице 4

**Таблица 4** – Смета затрат по варианту опреснения высокоминерализованной воды (укрупненные показатели)

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, тг	Стоимость, тыс. тг.
1	Опреснительная станция морской воды	шт	1	14 000 000	14 000,0
2	Водовод	пог.м	10 000	2 500	2 500,0
3	Водопойные пункты	шт	5	500 000	2 500,0
4	Резервуар накопитель	шт.	5	500 000	2 500,0
	ИТОГО:				21 500,0

Также в данном расчете схемы обводнения требуется внести анализ затрат на эксплуатацию и содержание опреснительного оборудования и консервирование его в зимний период.

Данный вариант в малой степени подходит к условиям заповедника «Барсакельмес» так- как эксплуатация опреснительной установки должна происходить только в летний период, охрана и эксплуатация данной установки потребует больших денежных затрат.

Данный вариант, в разрезе данного отчета приводится в виде возможного варианта.

Исходя из анализа предлагается придерживаться варианта (очистка и восстановление дебита старой скважины (**таблица 5**).

**Таблица 5** – Обобщенная таблица затрат по вариантам обводнения.

№	Наименование работ	Стоимость тыс. тг
1	Бурение новой скважины	39 500,0
2	Очистка и восстановление дебита старой скважины	22 000,0
3	Строительство водовода	155 500,0
4	Установка опреснительной станции (без затрат на эксплуатацию)	21 500,0

Исходя из приемлемой стоимости восстановительных работ снижает затраты в сравнение с работами по бурению новой скважине в среднем меньше на 40%. Так же при значительной экономии средств на приобретение опреснительной станции не учитываются затраты на эксплуатацию и обслуживание, которые ежегодно могут превышать в разы

себестоимость самой станции. По сравнению с другими вариантами (установка опреснительной станции экономичней более 60%), но из-за высоких затрат на содержание данной опреснительной установки, данный вариант не рекомендуется для использования в условиях заповедника «Барсакельмес».

### **Выводы**

Одним из более приемлемых вариантов из рассмотренных четырех, представляется водоснабжение из скважин (хотя он имеет более высокую стоимость) т.к. технологическая схема включает современные технологии водоподготовки и возобновляемых источников энергии. Проведение работ по восстановлению дебита скважины «Приусадебной», сократят расходы на обводнение на 40%.

Так же в ходе обследования установлено, что одной из наиболее важных задач обводнения пастбищ для поения диких животных является восстановления бугутов.

### **Список литературы**

1. Отчет о результатах детальных поисков подземных вод. Кызылординская гидрогеологическая экспедиция. пос. Геологов, 1980 г.
2. Рашек В.Л., Рашек В.А., Описание заповедных зон, 1963 г.
3. Согласно данных предоставленных дирекцией заповедника, материалы научных исследований, 2016. – Аральск.
4. «Рекомендации по проектированию обводнения пастбищ с учетом охраны природы», разработанные КазНИИВХ, утверждены Минводхозом КазССР, 1980.

### **RECOMMENDATIONS ON SCHEMES FOR IRRIGATION OF PASTURES FOR WILD ANIMALS OF THE ARAL REGION**

**Ustabaev T.Sh.**

*Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy,  
Taraz, Kazakhstan*

### **Abstract**

The urgent solution to the problem of water supply on the island of Barsakelmes is caused by the extremely difficult situation that has developed in the last decade for the supply of both employees of the reserve and wild animals (kulans, gazelles, saigas) with household drinking water. The stated demand for water with a salinity of up to 10 g / l for animal watering was 100-150 m<sup>3</sup>/day, and with a salinity of 1,0-1,5 g/l for drinking purposes of 1,5 m<sup>3</sup> / day.

**Keywords:** Water supply, pastures, wild animals, Barsakelmese nature reserve.

### **АРАЛ АУДАНЫНДАҒЫ ЖАБАЙЫ ЖАНУАРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ СУЛАНДЫРУ СХЕМАЛАРЫ БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР**

**Устабаев Т.Ш**

*Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Taraz, Қазақстан*

### **Аңдатпа**

Барсакелмес аралындағы сумен жабдықтау проблемасын шұғыл шешу соңғы онжылдықта қорықтың қызметкерлерін, сондай-ақ жабайы жануарларды (күландарды, қарақұйрықтарды, киіктерді) шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау бойынша қалыптасқан өте ауыр жағдайынан туындады. Минералдандырумен суға мәлімделген қажеттілік 10 г/л дейін және малдарды суару үшін қажеттілік 100 – 150 м<sup>3</sup>/тәу, ал 1,0-1,5 г/л минералдандырумен 1,5 м<sup>3</sup>/тәу ауыз су мақсаты үшін пайдаланылады.

**Кілт сөздер:** Суландыру, жайылым, жабайы жануарлар, Барсакелмес қорығы.

4 сессия.

**ПРОДВИЖЕНИЕ МУЛЬТИ-СЕКТОРАЛЬНОГО ПОДХОДА (NEXUS) ДЛЯ  
ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗВИТИЯ ВОДНОГО И  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

УДК 620.4

**ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ. ОБЗОР  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**Габидулин Р.М.<sup>1</sup>, Курбонов А.И.<sup>2</sup>, Хохлов В.А.<sup>1</sup>, Ярда Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан*

**Аннотация**

В работе проводится анализ текущего состояния гидроаккумулирующей энергетики в России, обосновывается необходимость и рассматриваются варианты развития направления. Основное внимание уделяется особенностям функционирования отдельных энергосистем России, анализу возможности и целесообразности вписывания ГАЭС в графики нагрузки, особенностям работы силового оборудования ГАЭС. Результаты работы позволяют наметить основные направления для проведения исследовательских работ в заявленной области. Работа проведена на основе данных о действующих ГАЭС России, литературных источников, а также данных из открытых источников.

**Ключевые слова:** ГАЭС, гидроэнергетика, энергосистема, оборудование.

**Введение**

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) представляют собой электростанции, работающие по принципу гидроэлектростанций (ГЭС) и отличающиеся от последних тем, что, наравне с работой в генераторном режиме, предназначены для потребления электрической энергии как правило в часы провалов графиков нагрузки энергосистемы. ГАЭС имеет два резервуара (бассейна) – верхний и нижний, расположенные на различных высотных отметках. При спуске воды из верхнего бассейна в нижний станция работает в генераторном режиме (турбинный режим, разрядка); при закачивании воды в верхний бассейн из нижнего – в двигательном режиме (насосный режим, зарядка). Работа в режиме насоса осуществляется в основном в ночные часы провалов потребления в энергосистеме, когда стоимость приобретения электроэнергии на рынке достигает минимальных значений за счет того, что, в соответствии с принципами функционирования рынков электроэнергии и мощности, энергию поставляют объекты с наименьшими затратами на выработку. За счет таких режимов работы ГАЭС часто используются для оптимизации режимов работы ТЭС и АЭС энергосистемы. Таким образом, ГАЭС представляет собой мощный аккумулятор энергии, имеющий свои отличительные особенности и позволяющий накапливать и выдавать в систему большие мощности при сравнительно невысоких удельных затратах [14, с. 2].

**Методика исследований**

При выполнении работы использовались такие методы исследований, как обобщение, систематизация и сравнительный анализ.

Работа состоит из двух частей. Первая часть посвящена рассмотрению текущего состояния российской энергетической, в том числе гидроэнергетической, отрасли и потенциала для её развития. Оценка потенциала проводится исходя из данных о физических

основах и особенностях эксплуатации рассматриваемых энергоустановок и данных из открытых ресурсов о наличии условий для этого.

Вторая часть посвящена рассмотрению возможных направлений развития технологий гидроаккумулирования в России на основе мирового опыта конструирования и эксплуатации подобных установок в привязке к российским условиям.

### Полученные результаты и их обсуждение

Энергосистема России состоит из 7 объединенных энергосистем (ОЭС), данные по которым приведены в **таблице 1**, из таблицы видно, что при достаточно неравномерном графике электрической нагрузки. Основную выработку электрической энергии обеспечивают низкоманевренные ТЭС и АЭС, что отрицательно сказывается на частоте тока в сети, состоянии и сроке службы оборудования и способно приводить к системным авариям.

**Таблица 1** – Данные по энергосистемам России [5], [6].

	Доля в общем объеме генерации (за 2020 год)			Коэффициент неравномерности суточного графика нагрузки (за 2016-2017 годы)
	ТЭС	АЭС	ГЭС, ВЭС, СЭС	
ЕЭС России	59,3 %	20,6 %	20,1 %	-
ОЭС Центра	53,1 %	45,0 %	1,9 %	0,745
ОЭС Средней Волги	46,9 %	28,2 %	24,9 %	0,776
ОЭС Урала	92,8 %	4,4 %	2,8 %	0,877
ОЭС Северо- Запада	51,9 %	35,1 %	13,0 %	0,796
ОЭС Юга	45,3 %	22,8 %	31,9 %	0,742
ОЭС Сибири	43,0 %	0,0 %	57,0 %	0,876
ОЭС Востока	61,4 %	0,0 %	38,6 %	0,843

При этом ситуация ухудшается с введением новых мощностей ВИЭ, ввод которых планируется в соответствии Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года [10, с. 32]. Данные станции являются мало предсказуемыми по выработке энергии, что также отрицательно влияет на энергосистему. Для нивелирования данных отрицательных явлений требуются высокоманевренные установки, способные генерировать необходимую энергию в пики потребления и поглощать излишки в часы провалов. В настоящее время наиболее мощными и удовлетворяющими требованиям крупной энергосистемы накопителями энергии являются ГАЭС [13].

На 2020 год построены 3 гидроаккумулирующие станции суммарной установленной мощностью в турбинном режиме 1356 МВт. Для сравнения в Китае на 2017 год мощность ГАЭС составляет 23,06 ГВт, в Японии - 27,64 ГВт [12].

Для увеличения мощностей гидроаккумулирования в России в 2007 году была разработана программа, в рамках которой предлагался широкий перечень ГАЭС, возможных к строительству в энергосистемах европейской части РФ суммарной мощностью 14,27 ГВт [1]. В Распоряжении правительства РФ от 11.11.2013 года N 2084-р (Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области энергетики) планируется строительство четырех ГАЭС до 2030 года: Ленинградская, Курская, Центральная и Загорская ГАЭС-2. Однако, с изменениями на 28 декабря 2020 года в документе уже указывается только Загорская ГАЭС-2 [9].

Главной причиной отказа от ГАЭС на данный момент в России является отсутствие рыночных механизмов обеспечения экономической эффективности и окупаемости инвестиций. По этой причине Советом директоров ПАО «РусГидро» 10 августа 2017 года решено отказаться от дальнейшей реализации инвестиционного проекта «Ленинградская ГАЭС» [3].

На момент 2021 года проводится конкурс на выполнение комплекса работ по ликвидации объектов Ленинградской ГАЭС и рекультивации земельных и лесных участков в границах строительных площадок Ленинградской ГАЭС [4].

Запланированный пуск Загорская ГАЭС-2 в конце 2013 года не состоялся из-за проектной ошибки. В сентябре 2013 года вода из нижнего бассейна проникла под здание станции и прорвалась через основание, сложенное песчаными грунтами. В результате вымывания грунта правая часть здания станции осела более чем на метр [2, с. 273].

В декабре 2018 года было принято решение по выравниванию здания станции. Эти работы проводятся в несколько этапов, их завершение запланировано на 2022 год. Решение о дальнейших действиях в отношении проекта строительства Загорской ГАЭС-2 будет принято по итогам оценки результатов работ по выравниванию здания станции. [7].

Многие из этих ГАЭС планировалось строить вблизи АЭС – крупных и наиболее ответственных источников энергии, для повышения равномерности их работы (**рисунок 1**). Такая стратегия, а также строительство вблизи крупных ТЭЦ, является наиболее реальным и обоснованным путём увеличения маневренных мощностей в европейской части России, т.к. данный регион имеет высокую степень освоения гидроресурсов.



**Рисунок 1 – АЭС и ГАЭС России**

● – АЭС; ● – действующие ГАЭС; ● – строящиеся ГАЭС; ● – проекты ГАЭС [1]

Сегодня в мире реализован и планируется к реализации ряд проектов ГАЭС, имеющих определенные преимущества перед ГАЭС классической компоновки:

1. Гидроагрегаты с переменной частотой вращения. В большинстве случаев оборудование ГАЭС работает с фиксированной (номинальной) частотой вращения, такие установки обеспечивают регулирование частоты только в режиме разряда станции [14, с. 5]. Однако в последние годы в зарубежных странах стали все более широко применяться асинхронизированные генераторы-двигатели (АСГД) - агрегаты с переменной частотой вращения, которые имеют ряд преимуществ:

- Увеличение средневзвешенного КПД и повышение эксплуатационной надежности или возможность изменения мощности при текущем значении напора — в насосном режиме.
- Увеличение средневзвешенного КПД и повышение эксплуатационной надежности или расширение диапазона регулирования по мощности – в турбинном режиме.
- Повышение средневзвешенного КПД полного цикла.
- Частичная загрузка в насосном режиме 60–100%.

- Быстродействующее регулирование частоты в энергосистеме (как в генераторном, так и двигательном режиме).
- Снижение вибрации и механического износа – можно выбрать при разном напоре и расходе воды частоту вращения без вибрации гидроагрегата.
- Высокий уровень динамической устойчивости [1].

На данный момент для проектируемых ГАЭС в равнинной Европейской части России для напоров около 100 м в качестве основного оборудования рекомендуются обратимые радиально-осевые и диагональные поворотно-лопастные гидромашины с синхронными ГД с одинаковой частотой вращения в насосном и турбинном режимах. Применение АСГД для напоров около 100 м и диапазоном изменения напора в пределах  $\pm 10$  м требует убедительного обоснования в связи с их существенно большей стоимостью по сравнению с синхронными ГД. Ввиду отсутствия методик расчета рыночной стоимости системных услуг определить экономический эффект от расширения технических функциональных возможностей ГАЭС с АСГД пока не представляется возможным [14, с. 253].

2. Строительство малых ГАЭС на наливных водохранилищах. Привлекательность строительства малых ГАЭС на существующих гидротехнических сооружениях ирригационного назначения заключается в более низких удельных затратах на строительство. Из общих вложений в малую ГАЭС примерно 40% составляет стоимость основного гидротехнического оборудования, 50% составляет стоимость гидротехнического сооружения и около 10% – затраты на подведение линии электропередачи. При строительстве малых ГАЭС на существующих гидротехнических сооружениях, у которых уже есть плотины, водоводы и линии электропередачи, стоимость строительства снижается в 2,0-2,5 раза. В дальнейшем при проектировании и строительстве наливных водохранилищ целесообразно вместо использования для их наполнения насосных станций, сразу проектировать и строить ГАЭС с обратимыми гидроагрегатами [11, с. 42-49].

3. ГАЭС на соленой воде. Работа гидроэнергетического оборудования в морской и океанической воде расширяет географические возможности использования рассматриваемого способа накопления и генерации электрической энергии. Подобные проекты уже реализованы в Японии (море используется в качестве нижнего резервуара), планируются к реализации в Голландии (использование моря как верхнего бассейна ГАЭС) [14, с. 5].

4. Подземные ГАЭС. В основе этой идеи находится предложение по использованию подземных пещер, как искусственного, так и естественного происхождения, в качестве нижнего бассейна классической ГАЭС. Такая компоновка позволяет в равнинной местности создать очень высокие напоры (порядка 1 км), что экономически выгодно. Кроме того, сильно снижается площадь земель под затопление, поскольку нижний бассейн создается в подземной выработке, а в качестве верхнего бассейна можно использовать уже существующий водоем [2, с. 291].

### **Выводы**

Интерес к ГАЭС сегодня возрастает во всем мире. Это связано с потребностью в мощностях для регулирования режимов работы энергосистемы. Более широкое внедрение энергоустановок на базе ВИЭ требует повышенной гибкости системы.

Однако введение новых ГАЭС в России ограничивается вопросами функционирования станций в рамках рынков электроэнергии и мощности, на которых гидроаккумулирующим мощностям приходится конкурировать с другими генерирующими установками. В энергосистеме ГАЭС в основном выполняют функцию обеспечения системной надежности, и их режимы эксплуатации зачастую оказываются экономически убыточными для эксплуатирующей организации.

### **Список литературы**

1. Абубакиров Ш.И. Опыт и перспективы использования асинхронизированных гидрогенераторов в проектах ОАО «Институт Гидропроект» / Гидроэнергетика 2(19) 2010. С. 6 – 11.

2. История гидроэнергетики России. / Слива И.В. — Тверь: Тверская Типография, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-906006-05-9.
3. Ленинградская ГАЭС / РусГидро. URL: <http://www.lengaes.rushydro.ru/>.
4. Ленинградская ГАЭС. Закупочные процедуры / Тендеры / Электроэнергетика. Нефть и Газ. Сайт для поставщиков. URL: <https://energybase.ru/power-plant/leningradskaya-psps>.
5. Макоклюев Б.И. Особенности и тенденции потребления электроэнергии в энергосистемах России / Энергия единой сети №5 (34). Октябрь – ноябрь 2017. С. 64 – 76.
6. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2020 году / Системный оператор Единой энергетической системы. URL: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2021/ups\\_rep2020.pdf](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2021/ups_rep2020.pdf) (дата обращения: 13.02.2021).
7. Правление РусГидро обсудило ход работ по выравниванию здания Загорской ГАЭС / РусГидро. 2020. URL: <http://www.rushydro.ru/press/news/111750.html>.
8. Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике / В.Ю. Синюгин, В.И. Магрук, В.Г. Родионов. – М.: ЭНАС, 2008. – 352 с.
9. Схема территориального планирования Российской Федерации в области энергетики : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 года №1634-р (с изменениями на 8 октября 2020 года).
10. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня №1523-р. 79 с.
11. Хохлов А.В., Хохлов В.А., Титова Ж.О., Курбонов А.И. Техничко-экономические аспекты строительства малых ГЭС и ГАЭС на наливных водохранилищах ирригационного назначения Узбекистана //Журнал «Гидротехническое строительство», Москва, 2019. – №8 – С. 42-49.
12. Mishra P.M. A comparison on development of pumped storage hydropower in Europe and Asia / Faculty of Engineering Science and Technology, Department of Computer Science and Computational Engineering, Narvik. Master's thesis in Engineering Design. June 2017. 44 p.
13. Smallbone A., Julch V., Wardle R., Roskilly A.P. Levelised Cost of Storage for Pumped Heat Energy Storage in comparison with other energy storage technologies // Energy Conversion and Management. Volume 152. 15 November 2017. Pp. 221-228.
14. Táczai, I., Pumped Storage Hydroelectric Power Plants: Issues and Applications / Research Paper to assist the ERRA Licensing and Competition Committee // Energy Regulators Regional Association. Budapest, Hungary. 2016. P. 11.

PUMPED STORAGE POWER IN RUSSIA.  
OVERVIEW AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT.

**Gabidulin R. M., Kurbonov A. I., Khokhlov V. A., Yarda N. A.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education National Research University  
«MPEI», Moscow, Russia  
Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan*

**Abstract**

The paper analyzes the current state of pumped storage energy in Russia, justifies the need for and considers options for the development of the direction. The main attention is paid to the peculiarities of the functioning of individual power systems in Russia, the analysis of the possibility and feasibility of entering the PSH (Pumped Hydroelectricity Storage) into the load schedules, the features of the power equipment of the PSH. The results of the work allow us to outline the main directions for conducting research in the declared area. The work was carried out on the basis of data on the existing Russian PSH, literature sources, as well as data from open sources.

**Key words:** PSH, hydropower, power system, equipment.



## РЕСЕЙДЕГІ ГИДРОАККУМУЛЯЦИЯЛЫҚ ЭНЕРГЕТИКА. ШОЛУ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Габидулин Р.М.<sup>1</sup>, Курбонов А.И.<sup>2</sup>, Хохлов В.А.<sup>1</sup>, Ярда Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі «Ұлттық ғылыми зерттеу институты «МЭИ», Мәскеу қ., Ресей;

<sup>2</sup>Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, Ташкент қ., Өзбекстан

### **Аңдатпа**

Жұмыста Ресейдегі аккумуляторлық энергияның ағымдағы жағдайына талдау жүргізілген, қажеттілікті негіздей отырып, осы бағытты дамыту нұсқалары қарастырылған. Басты назар Ресейдің жекелеген энергия жүйелерінің жұмыс істеу ерекшеліктеріне, ГАЭЖ-сін жүктеме кестесіне енгізу мүмкіндігі мен орындылығын талдауға, ГАЭЖ-ң қуат жабдықтарының жұмыс ерекшеліктеріне аударылған. Жұмыс нәтижелері мәлімделген салада зерттеу жұмыстарын жүргізудің негізгі бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді. Жұмыс Ресейдің қолданыстағы ГАЭЖ деректерінен, әдеби көздерден алынған, сондай-ақ, ашық баспаларда жарияланған мәліметтер негізінде жүргізілді.

**Кілт сөздер:** ГАЭЖ, гидроэнергетика, энергожүйе, жабдық.

## ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПРОБЛЕМЫ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 627.8

### РЕКОНСТРУКЦИЯ РУСЛОВОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ТУЯМУЮНСКОГО ГИДРОУЗЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

**Бакиев М.Р.<sup>1</sup>, Хасанов Х.<sup>1</sup>, Бабажанова Н.<sup>1</sup>, Бабажанов К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
Ташкент, Узбекистан*

<sup>2</sup>*«Hydro Engineering Consulting» Узбекистан*

#### **Аннотация**

Туямуюнский гидроузел на реке Амударья состоящий из руслового и трех наливных водохранилищ с проектным объемом 7,8 млрд. м<sup>3</sup> предназначен для улучшения обеспечения оросительной водой орошаемых земель и электроэнергией Хорезмскую область и Республики Каракалпакстан, а также для борьбы с катастрофическими паводками в низовьях и введен в эксплуатацию 1984 году. Водоохранилище используются Республиками Узбекистан и Туркменистан совместно.

Многочисленными измерениями установлено, что полезный объем руслового водохранилища за счет заилиения уменьшился с 2,34 млрд. м<sup>3</sup> до 770 млн. м<sup>3</sup>, т.е. на 67%. Для частичной компенсации потерянной емкости предложен, нарастить защитные дамбы и строительство новых, где этого потребует топография местности. С использованием ГИС предложен прогнозные объемы увеличения емкости руслового водохранилища в зависимости от уровня воды в водохранилище, которые между отметками  $\nabla 130.0$  и  $\nabla 131.5$  составил 527,3 млн м<sup>3</sup>. Показан необходимость наращивание высоты защитных дамб №1  $\nabla 134.5$ , №2  $\nabla 134.8$ , №3  $\nabla 136.7$ , №4  $\nabla 134.4$ , №5  $\nabla 136.4$ . №6  $\nabla 137.9$ , №8  $\nabla 138.6$ , №9  $\nabla 135$  и Зем.пл.  $\nabla 134.8$

**Ключевые слова:** прогноз, емкость водохранилище, заилиение, защитные дамбы, геоинформационные системы, увеличить объем водохранилища.

#### **Введение**

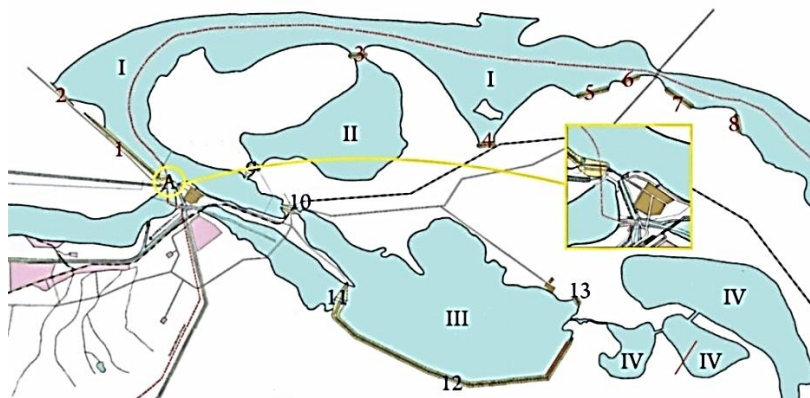
Водоохранилища, созданные в результате строительства плотин на реках, на протяжении всей своей истории играли важную роль в обществах по всему миру, регулируя наводнения, вырабатывая гидроэлектроэнергию и перераспределяя речной сток для орошения, обычно там, где естественные осадки являются неустойчивыми или сезонными, поскольку они хранят вода во время влажных периодов, чтобы сделать ее доступной в сухие периоды.

Узбекистан является в основном засушливым регионом, где испарение превышает количество осадков, а годовое количество осадков ниже. Его климат в основном засушливый, а его водные ресурсы распределены неравномерно как в пространстве, так и во времени. Это означает, что сельскохозяйственное производство невозможно без орошения. Итак, ирригационная система является в первую очередь одним из основных факторов экономического развития, занятости и продовольственной безопасности Узбекистана.

В настоящее время в Узбекистане действуют 59 водохранилищ, 29 из которых расположены в поймах рек и являются руслом, а 30 - насыпными, для создания которых использовалось естественное понижение площади, а вода для их заполнения поступает из источников через каналы подачи под действием силы тяжести или машинного подъема.

Общая вместимость всех водоемов составляет более 20,0 млрд. м<sup>3</sup>, из которых вместимостью более 1 млрд. м<sup>3</sup>, - 5 водохранилищ (Андижанское, Чарвакское, Талимаржанское, Тудаккульское, Арнасайское) от 0,5 до 1,0 млрд. м<sup>3</sup>, 4 водохранилища (Чимкурганское, Каттакурганское, Южно-Сурханское, Туполангское) от 100 до 500 млн. м<sup>3</sup>, 15 водохранилищ, от 10 до 100 млн. м<sup>3</sup>, 17 водохранилищ и менее 10 млн. м<sup>3</sup> - 18 водохранилищ. С помощью этих объектов республика обеспечивает орошение сельскохозяйственных угодий, коммунальных услуг, промышленности, рыболовства, производства электроэнергии и т. Д. Из эксплуатируемых водохранилищ 22 водохранилища эксплуатируются в течение 15-25 лет, 26 водохранилищ 25-25 лет. лет и возраст 11 водохранилищ более 60 лет; Это Каттакурганское, Куюмазарское, Учкизилское, Ташкенткое, Чимкурганское, Южно-Сурханское, Каркидонское, Джизакское, Пачкамаркое, Лангарское. Многие водохранилище в мире и в.т.ч. Узбекистане эксплуатируется в течении 30-40 лет и за этот период из-за заилиения произошли значительные уменьшения полезней емкости водохранилищ. [1,2,3,4,5]

Туямуюнский водохранилищный комплекс построен на реке Амударья и введен в эксплуатацию 1984 году. Река Амударья транспортирует взвешенные наносы до 11 кг/м<sup>3</sup>. В состав водохранилищного комплекса входят русловое водохранилище, а также 3 наливных водохранилищ Капарас, Султонсанжар и Кошбулок (**рисунок 1**) с общей емкостью 7,8 млрд. м<sup>3</sup>.



**Рисунок 1** – Схема Туямуюнского гидроузла

I- Русловое водохранилище, II- Наливное водохранилище Капарас, III - Наливное Султансанджарское водохранилище, IV- Наливное водохранилище Кошбулок. 1-,2-,3-,4-,5-,6-,7-,8-,9 - номера защитных ограждающих дамбы 9-водозабор в Капарас, 10 - сооружения наполненные и опорожнения Султансанджарское водохранилище, 11-сооружение канала осветления, 12 - Султансанджарская плотина.

За прошедшие годы произошло интенсивнее заилиение Руслового водохранилище [6,7,8,9] (**рисунок 2**) и периодически производились замеры объемов воды и заилиение батиметрическими способами, результаты которых приведены в **таблица 1**.

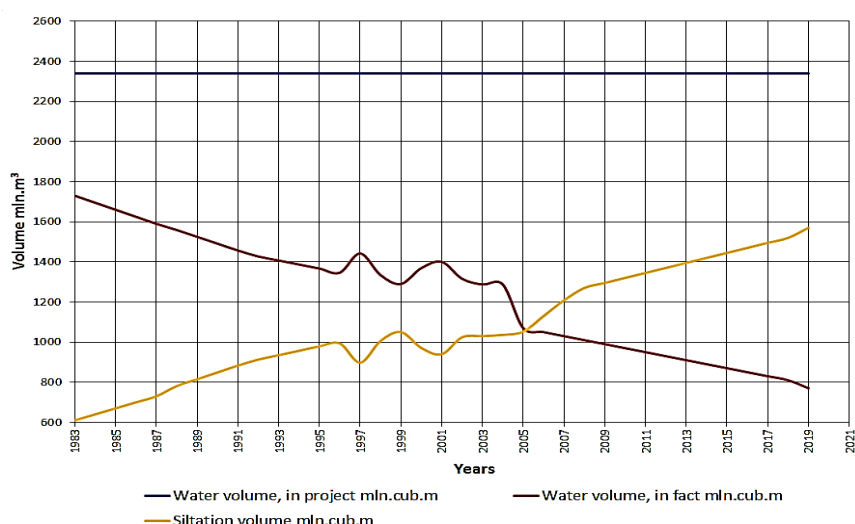


**Рисунок 2** – Заилиение Руслового водохранилища

**Таблица 1 – Результаты замеров емкости Руслового водохранилища**

Годы	Объем воды		Объем заиления	
	проект млн. м <sup>3</sup>	Фактический млн. м <sup>3</sup>	годовой млн. м <sup>3</sup>	общий млн. м <sup>3</sup>
1983-1988	2340	1730	57	610
1988-1992	2340	1559	43	781
1992-1995	2340	1427	44	913
1996	2340	1346,4	80,6	993,6
1997	2340	1442	- 95,6	898
1998	2340	1334	108	1006
1999	2340	1290	44	1050
2000	2340	1369	-79	971
2001	2340	1400	-31	940
2002	2340	1316	84	1024
2002-2005	2340	1287,5	28,5	1052,5
2005-2008	2340	1070	72,5	1270
2008-2019	2340	770	30	1570

Как видно из **таблицы 1** и **рисунка 3** последние батиметрические измерения выполнены 2008 году и объем заиления составил 1,27 млрд. м<sup>3</sup>, а прогнозные показатели на 2019 год 1,57 млрд. м<sup>3</sup> откуда можно увидеть, что произошло заиление объема Руслового водохранилища на 67%.



**Рисунок 3 –** Динамика изменения объемов воды и заиления руслового водохранилища

Заиления является одним из факторов приводящий к снижению надежности и безопасности сооружений входящих в состав гидроузлов [10,11,12,13]

Разработаны способы борьбы с заиление водохранилищ [14,15] основными из которых является: 1) конструктивные мероприятия в пределах мертвого объема, 2) гидравлический промыв наносов, 3) с работки водохранилищ при низких уровнях, 4) механическая очистка, 5) увеличение полезной емкости за счет реконструкции плотины и защитных ограждающих дамб.

#### **Методы**

Система геоинформационных технологий (ГИС) сегодня становятся неотъемлемой частью многих отраслей. Используя цифровую рельефную модель (ЦРМ) в ГИС, можно определять потенциальное место для строительства водохранилища, оценить объемы наращивание водохранилища, моделировать подземные воды, определить возможные эрозии, определить селеопасные и селеустойчивые площади. [16,17,18]

Программа Global Mapper – это программа Компании программного обеспечения инновационного картографирования Blue Marble Geographics, является одной из программ геоинформационной системы, сейчас она получила широкое распространение и отличается от других геоинформационных систем возможностями входа в глобальную базу данных, простотой и удобством программного интерфейса, существованию программы Global Mapper Mobile и возможностью загрузки в программу данных GPS.

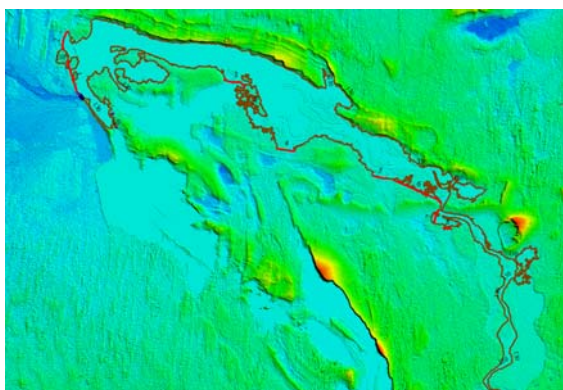
Одна из особенностей программы Global Mapper – возможность загрузки в программу файлов разного формата и разного объема. Имеется возможность непосредственной онлайн-загрузки более 300 видов нужных документов и шапфайлов с глобальной базы данных в программу, таких как ESRI, KML, LiDAR, MrSID, SRTM, используя эти данные, можно осуществить следующие работы: разработка топографических карт в 2D и 3D формате, геосвязка карт, определение расстояния и площади, измерение впадин и возвышенностей, разработка контуров местности, расчет объемов (наполняемых и разрезаемых), расчет объема между двумя поверхностями, разработка формирования притоков водоема, рассмотрение симуляцию изменения водного уровня местности, использование растров и калькуляторов, использование NDVI(vegetation) и NDWI (water), использование функций Lidar Module функциялари, редактирование шапфайлов с помощью предписания Digitizer, экспортирование данных в более большом формате по сравнению с другими программами ГИС и др. [19, 20]

Использован программа Global Mapper - одной из программ. ГИС и ЦРМ руслового водохранилища Туямунской гидроузла. Туямунский гидроузел расположен на юго-западной части Узбекистана, простирается между 41 градусом широты N и долготы от 61 до 62 град. E Район размером примерно 85 на 35 км, характеризующийся умеренным или высоким рельефом с возвышениями от 72 м до 184 м. Район исследования состоит из небольших холмов, равнин и песчаных участков и не имеет больших перепадов высот. Система координат UTM зона 41 север.

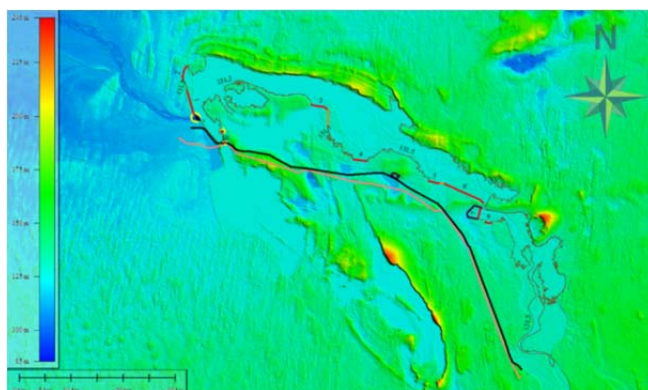
Нормальный подпертый уровень (НПУ) по проекту  $\nabla 130.00$  с использованной ГИС и ЦРМ выполнен анализ состояние защитных дамб и для случая наращивания НПУ до отметки  $\nabla 131.50$

#### Результаты

С использованием ГИС и ЦРМ рассмотрен вопрос об увеличении объема Руслового водохранилища с проектной отметка НПУ  $\nabla 130.00$  до отметки  $\nabla 131.50$  В первую очередь разработан контур на отметке НПУ и расположения объектов (**рисунок 4**).



**Рисунок 4** – Контур Руслового водохранилища на  $\nabla 130.00$



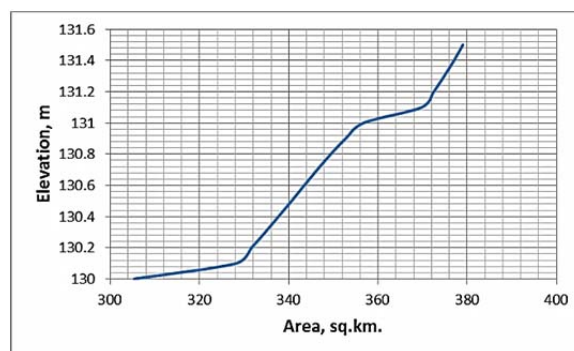
**Рисунок 5** – Контур Руслового водохранилища  $\nabla 131.5$

На отметки  $\nabla 131.5$  разработан контур и создана площадь на этой отметке (рис.5) подчитан объемы (таблица 2) через 0,1 м.

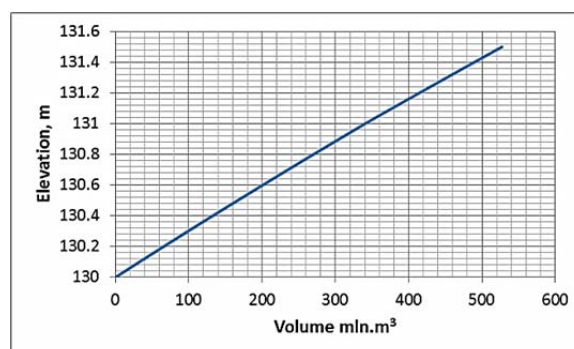
**Таблица 2 - Площади и объемы Руслового водохранилища (с  $\nabla$ 130 до  $\nabla$ 131,5)**

Base_height H, m	Fill_area F, sq.km.	Fill_volume W, mln.cub m.
130	305.39	0
130.1	328.24	32,624,606
130.2	331.65	65,619,910
130.3	334.74	98,943,345
130.4	337.7	132,562,731
130.5	340.64	166,482,707
130.6	343.48	200,691,708
130.7	346.38	235,180,689
130.8	349.42	269,971,054
130.9	352.78	305,074,652
131	356.82	340,540,033
131.1	369.81	377,360,510
131.2	372.51	414,476,327
131.3	374.85	451,850,399
131.4	377.05	489,443,755
131.5	379.02	527,249,434

По данным таблица 2 построены графики зависимости  $F=f(H)$  и  $W=f(H)$  которые приведены на **рисунок 6**.



**Рисунок 6.** Кривая зависимости  $F=f(H)$



**Рисунок 7 –** Кривая зависимости  $W=f(H)$  дополнительный объем руслового водохранилища с  $\nabla$ 130 до  $\nabla$ 131,5

### Обсуждение

Увеличен Руслового водохранилища на 527,3 млн. м3. Подсчитаны прогнозные отметки потребного увеличение отметок наращивания гребне дамб. Защитных дамб и результаты сведены в **таблица 3**. Как видно из **таблицы 3**. отметки гребня всех дамб увеличены на 1,5 м, против проектных.

**Таблица 3 - Существующие и прогнозные отметки защитных дамб.**

№ дамб	Существующие отметки	Прогнозные отметки
Зем. Пл.	▽133,3	▽134,8
№1 дамб	▽133,0	▽134,5
№2 дамб	▽133,3	▽134,8
№3 дамб	▽135,2	▽136,7
№4 дамб	▽132,9	▽134,4
№5 дамб	▽134,9	▽136,4
№6 дамб	▽136,4	▽137,9
№7 дамб	▽137,1	▽138,6
№8 дамб	▽137,1	▽138,6
№9 дамб	▽135	▽136,5

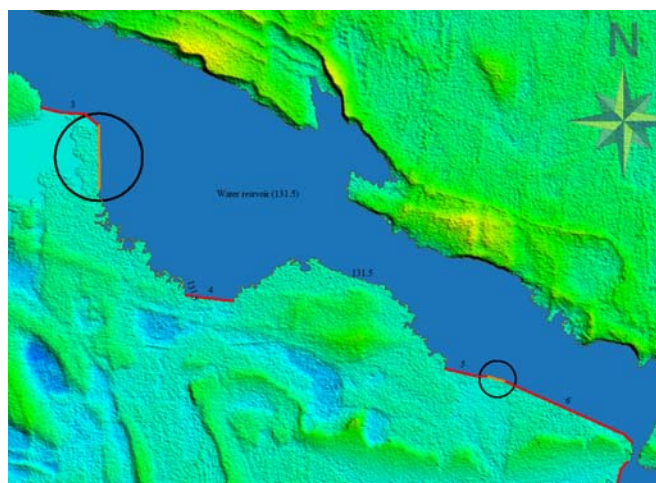
Определены 2 участка на которых потребуется строительства новых дамб №10 и №11 (**рисунок 8**) и получены продольные профили этих участков (**рисунок 9**).

Общая длина дамбы №10 вдоль наливного водохранилища Капарас 3,5 км. На этом участке имеют понижения, где неоднократно на участке происходило прорыв напорного фронта так, что строительство дамбы в будущем остановить прорывы.

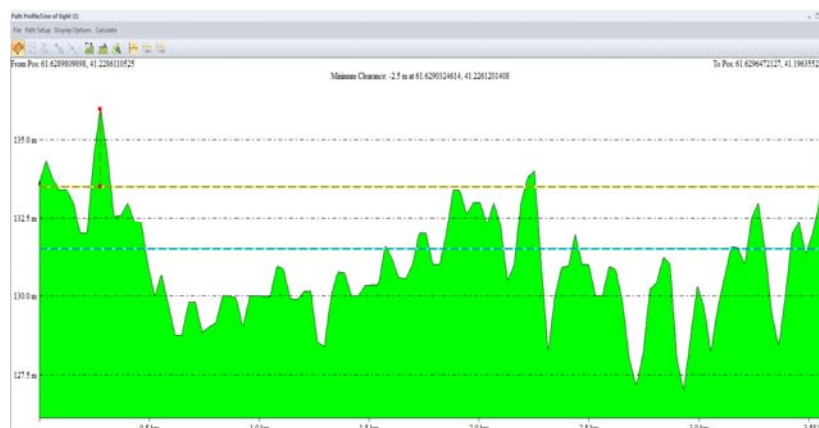
Длина дамбы №11 750 м. она расположено между дамбами №5 и №6.

Для наращивание защитных дамб могут быть использованы продукты заиления состоящий из песка и илистых частых. Строительство могут быть выполнены с помощью земснарядов.

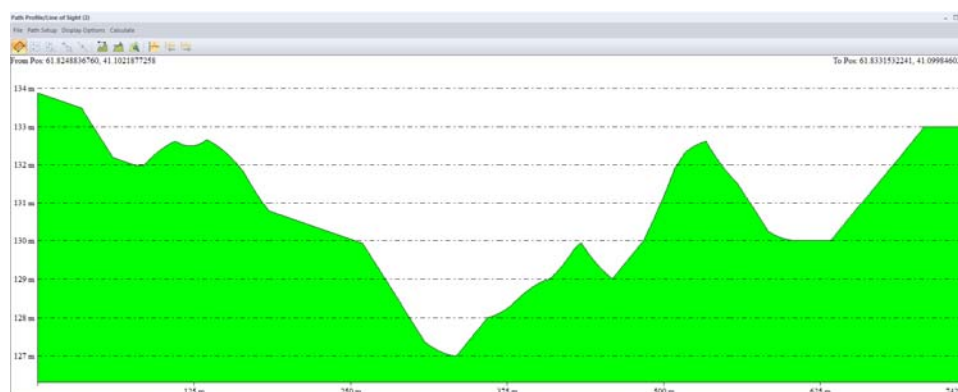
Использования материалов заиления способствует одновременной очистке Руслового водохранилища и соответственно привадить увеличению полезного объема воды



**Рисунок 8 – Участки строительства новых дамбы №10 и №11**



a)



б)

**Рисунок 9** – Продольные профили дамбы (а) №10 и (б) №11

### **Выводы**

1. С увеличением срока эксплуатации водохранилищ происходит уменьшение их полезной емкости, особенно на реках с обуюнными взвешенными наносами типа Амударья
2. Показана динамика заилиние руслового водохранилища Туямуюнского гидроузла на реке Амударья с 1983 по 2019 год обем воды уменьшилось на 67% что составляет 770 млн. м<sup>3</sup> против проектных 2,34 млрд. м<sup>3</sup>
3. С использование программы Global Mapper ГИС и цифровой модели Руслового водохранилища определены площади и дополнительный обем водохранилища 527,3 млн. м<sup>3</sup>.
4. Создание дополнительного обема водохранилища потребуеет наращивания отметок гребня строительство дополнительно двух дам с общей длиной 4,25 км.

### **Список литературы**

1. Постановления Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» № ПП-4486 от 9 октября 2019 года, Ташкент.
2. Shavkat Rakhmatullaev, Frédéric Huneau, Philippe Le Coustumer, Mikael Motelica-Heino, and Masharif Bakiev Facts and Perspectives of Water Reservoirs in Central Asia: A Special Focus on Uzbekistan. Water 20106 2, 307-320 pp
3. Shavkat Rakhmatullaev, Antoine Marache, Fre´de´ric Huneau • Philippe Le Coustumer, Masharif Bakiev, Mikael Motelica-Heino Geostatistical approach for the assessment of the water reservoir capacity in arid regions: a case study of the Akdarya reservoir, Environmental Earth Sciences, 2011, 3(63), 447–460 pp.
4. Shavkat Rakhmatullaev, Frédéric Huneau, Masharif Bakiev, Mikael Motelica-Heino, Philippe Le Coustumer. Sedimentation of reservoirs in Uzbekistan: a case study of the Akdarya reservoir, Zerafshan River Basin. Proceedings of the ICCE Workshop, Sep 2009, Hyderabad, India. 11 p. insu-00617806v2
5. Особенности дельтоформирования рек, впадающих в долинное водохранилище (на примере Краснодарского водохранилища), Картография и Геоинформатика. 2019, 3(50) 119-133 сс.
6. Oliver Olsson, Anatoly Sorokin, Malika Ikramova Modelling scenarios to identify a combined sediment-water management strategy for the large reservoirs of the Tuyamuyun hydro-complex. Irrigation and Drainage Systems. 2011, 25(1), 1-18 pp.
7. Jochen Froebrich, Melanie Bauer, Malika Ikramova, Oliver Olsson Water Quantity and Quality Dynamics of the THC – Tuyamuyun Hydroengineering Complex – and Implications for Reservoir Operation. Env.Science and Pollution Res. 2007, 14(6), 435-442 pp.



8. Икрамова М.Р. Регулирование стока и переформирование русел равнинных рек. Автореферат дис. д.т.н. (Dsc) Ташкент 2019.
9. Duhovniy V.A., Sorokin D.A. Research report. ASB adjustment. Tashkent 2016.
10. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И., Хужакулов Р. «Безопасность гидротехнических сооружений», Ташкент 2008
11. Засов С.В., Хужакулов Р., Бакиев М.Р., Кириллова Е.И. Влияние срока эксплуатации ГТС на надёжность ирригационных систем. ФГОУ ВПО МГУП Москва 2017.
12. В. D.R., «Scientific justification of new numerical methods for calculating channel deformations of rivers, the channel of which is composed of easily eroded soils. Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences», 2000.
13. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи. Ташкент 2010. С 145.
14. Юлдашева К.А. Опыт борьбы с заилинием водохранилище (обзор) НИЦ МКВК. Ташкент 2011. С 73.
15. Давронов Г.Т., Фирлина Г.Л. Способ уменьшения процесса заилиения малых русловых водохранилищ. Международный журнал «Молодой ученый» №23(127) 2016. 37-40 с.
16. Muxtorov U.Kh., Inomov A.N. Islomov U.P. Geographic information systems and technologies Tashkent. 2017. 202 p.
17. Khasanov Kh., Bakiev M.R., Joriyev J., Khalimbetov A., Jahonov A. Water reservoir area and Volume Determination using Geoinformation Technologies and Remote Sensing. International Journal of Recent Technology and Engineering 8(4) 2019 5458-5461 pp.
18. Boltayev T.K., Akbarov O.M. Basics of geographic information system. Tashkent. 2010. 158 с.
19. Khasanov Kh., Evaluation of ASTER DEM and SRTM DEM data for determining the area and volume of the water reservoir. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 883 012063.
20. Bakiev M., Khasanov Kh., Comparison of Digital Elevation Models for Determining the Area and Volume of the Water Reservoir. International Journal of Geoinformatics 1(17) 37-45 pp.

## RECONSTRUCTION OF THE CHANNEL RESERVOIR OF THE TUYAMUYUN WATERWORKS COMPLEX USING GIS TECHNOLOGIES

**Bakiev M.R.<sup>1</sup>, Khasanov Kh.<sup>1</sup>, Babajanova N.<sup>1</sup>, Babajanov K.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan*  
<sup>2</sup>*«Hydro Engineering Consulting» Tashkent, Uzbekistan*

### **Abstract**

The Tuyamuyun waterworks complex on the Amu Darya River, consisting of a channel and three filling reservoirs with a design volume of 7.8 billion m<sup>3</sup>, is intended to improve the supply of irrigation water to irrigated lands and electricity to the Khorezm region and the Republic of Karakalpakstan, as well as to combat catastrophic floods in the lower reaches and was put into operation 1984 year. The reservoir is used jointly by the Republics of Uzbekistan and Turkmenistan.

Numerous measurements have established that the useful volume of the Channel reservoir due to siltation decreased from 2.34 billion cubic meters to 770 million. m<sup>3</sup>, i.e. by 67%. To partially compensate for the lost capacity, it was proposed to build up protective dams and build new ones, where the topography of the area requires it. Using GIS, the forecast volumes of an increase in the capacity of the channel reservoir were proposed depending on the water level in the reservoir, which between the marks ∇130.0 and ∇131.5 amounted to 527.3 million m<sup>3</sup>. The

necessity of increasing the height of protective dams No. 1 ∇134.5, No. 2 ∇134.8, No. 3 ∇136.7, No. 4 ∇134.4, No. 5 ∇136.4 is shown. No. 6 ∇137.9, No. 8 ∇138.6, No. 9 ∇135 and Ground dam ∇134.8

**Keywords:** Forecast, reservoir capacity, siltation, protective dams, geographic information systems, increase the reservoir volume.

## ГАЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ТҮЙЕМОЙЫН СУ ТОРАБЫНЫҢ АРНА СУ ҚОЙМАСЫН ҚАЙТА ЖАҢАРТУ

**Бакиев М.Р.<sup>1</sup>, Хасанов Х.<sup>1</sup>, Бабажанова Н.<sup>1</sup>, Бабажанов К.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>*Ташкент ауылшаруашылығын механикаландыру және ирригация инженерлері институты, Ташкент, Өзбекстан,  
«Гидротехникалық консалтинг» Өзбекстан*

### **Аңдатпа**

Амудария өзеніндегі Түйемойын су торабы 7,8 млрд. м<sup>3</sup> жобалық көлемімен арналы және үш құймалы су қоймаларынан тұрады және 1984 жылы пайдалануға берілген, Хорезм облысы мен Қарақалпақстан Республикасындағы суармалы жерлерді суару суымен және электр энергиясымен қамтамасыз етуді жақсартуға, сондай-ақ төменгі ағыстардағы апатты су тасқынына қарсы күресуге арналған. Су қоймасын Өзбекстан мен Түрікменстан республикалары бірлесіп пайдаланады.

Көптеген өлшеулер нәтижесә көрсеткендей, арналық су қоймасының пайдалы көлемі тұндыру есебінен 2,34 млрд. м<sup>3</sup> -ден 770 млн. м<sup>3</sup>-ге, яғни 67% - ға төмендегені анықталды. Жоғалған сыйымдылықты ішінара өтеу үшін қорғаныс бөгеттерін және жаңаларын салу ұсынылады, мұндай жағдайда рельефтің топографиясы қажет. ГАЗ пайдалана отырып, су қоймасындағы су деңгейіне байланысты арналы су қоймасының сыйымдылығын ұлғайтудың болжамды көлемі ұсынылды, олар ∇130.0 және ∇131.5 белгілер арасында 527,3 млн м<sup>3</sup>-ты құрайды Қорғаныс бөгеттерінің биіктігін арттыру қажеттілігі көрсетілген №1 ∇134.5, №2 ∇134.8, №3 ∇136.7, №4 ∇134.4, №5 ∇136.4. №6 ∇137.9, №8 ∇138.6, №9 ∇135 және жер ауд. ∇134.8

**Кілт сөздер:** болжам, су қоймасының көлемі, тұнба, қорғаныс бекеттері, геоакпараттық жүйе, су қоймасының көлемін ұлғайту.

## **ӘОЖ 626.816**

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ БӨКТЕРІНДЕ ОРНАЛАСҚАН КАНАЛДАРДАҒЫ ТАСЫНДЫЛАР ӘСЕРІМЕН КҮРЕСУ ШАРАЛАРЫ

**Бейсембин Қ.Р., Ескермесов Ж.**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан*

### **Аңдатпа**

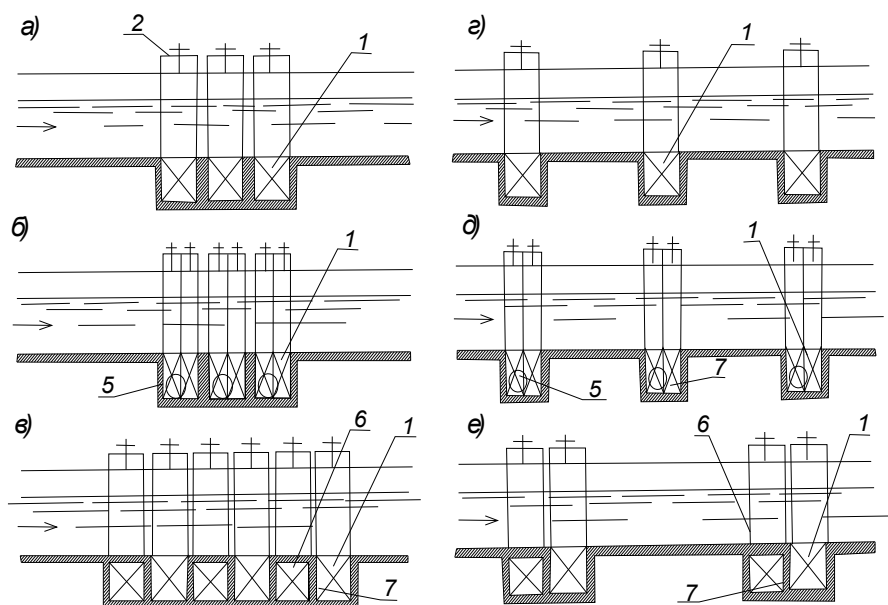
Ғылыми жұмыста Қазақстанның тау бөктерінде орналасқан каналдарындағы тасындылармен күресу шаралары туралы сөз болады.

**Кілт сөздер:** Көпорлы құмшағалтұтқыштар, шаю галереялары, тасындылар, құмқойыртпақ, конструкция.

## Кіріспе

Қазақстанның тау бөктерінде орналасқан каналдардағы тасындылар әсерімен күресу үшін көпорлы құмшағалтұтқыштар қолданылады.

Көпорлы құмшағалтұтқыштардың принципіалды нобайлары, зерттеу міндеттері мен әдістемесін келтіру үшін бірқатар құмшағалтұтқыштардың конструкцияларына шолу жасадық [1-3]. Төменде 1-суретте берілген а, б, в нобайлары шартты түрде жинақы (компакті) деп аталады және ондағы орлар бір-біріне қабысып тұруымен (**1, а, б-сурет**) немесе тек шаю галереялары арқылы бөлінуімен (**1-сурет, в**) ерекшеленеді. Құрылымдардан тасындыларды бұрып әкету бұл кезде сыртқы тесіктер (1-сурет, а), орларға қойылған құмқойыртпақтар (1, б-сурет) немесе шаю галереялары (1, б-сурет) арқылы іске асуы мүмкін.



1-сурет. Көпорлы құмшағалтұтқыштардың принципіалды нобайлары

а, б, в – жинақы (компакті) құмшағалтұтқыштар нобайлары; г, д, е – бөлінген нобайлар;  
1 – орлар; 2 – жапқыштар; 3 – түпкі табалдырық; 4 – бөлу қабырғасы; 5 – шайғыштар;  
6 – галереялар; 7 – шаю тесіктері.

Көпорлы құмшағалтұтқыштардың берілген нобайлары, жинақылығына орай, гидротехникалық құрылыс пен пайдалануда өте ыңғайлы. Бірақ, орларды бұлай орналастыру кезінде су ағыны құрылым маңында айтарлықтай буырқану әсеріне тап болады, бұл өз кезегінде ұсақ тасындылар мөлшерінің қалқып шығуын тудырып, оларды қарпу жағдайын нашарлатады. Бұл, ор үстінен су ағыны өткен кезде қабырға маңы қабатының жоғарғы бөліктерінен ажырау жүруімен түсіндіріледі. Соған орай, орлар арасында ағын қайтадан қабырға маңы қабатын дамыту керек, оның қалыңдығы арна түбінің қысқа бөліктерде өте мардымсыз. Бұл үйкелістің жанама кедергісінің  $\tau$  өсуіне алып келеді, ал сонымен бірге ағын жылдамдығының тік пульсация құраушысы  $v'_y$  мәні де өседі, соңғының шамасы  $\tau$  төмендегі байланыстылықпен тәуелді болғандықтан

$$\sqrt{(v'_y)^2} = k\sqrt{\tau} \quad (1)$$

бұл жерде  $k$  - түзету коэффициенті.

Профессор В.Н.Гончаровтың пікірінше, айналып өту бетінің бастапқы бөлігінде үйкелістің жанама кедергілерінің мәні, бірқалыпты қозғалыс кезіндегі өзінің орташа шамасынан 10 еседей асып түсуі мүмкін [4,5]. Жоғарыда айтылғандарды назарға ала отырып,

түпкі тасындылардың құрамында ұсақ бөлшектердің мөлшері өте көп болған жағдайда, оларды тұту жағдайын жақсарту үшін, ағында қабырға маңы су қабатының толық дамуын қамтамасыз ететін орлар арасында тыныштандыру бөліктерін орнату және үйкелістің жанама кедергілігін қалыптыға дейін төмендету қажет.

Құрылымдарды бұлай жайғастырудың принципалды нобайлары, бізбенен шартты түрде бөлектенген деп аталатын, 1,г,д,е-суреттерде келтірілген. Құрылымнан тасындыларды бұрып әкету, бұл кезде жоғарыда айтылған нұсқадағыдай іске асуы мүмкін.

Каналдың ені тым үлкен болған жағдайда, көпорлы құмшағалтұтқыш түпкі табалдырықпен бірге жобаланады, бұл шаю өтімінің шамасын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді (1-сурет).

Құмшағалтұтқыштардың ұсынылатын конструкцияларын зерттеу – лабораториялық жағдайларда модельдерде орындалады. Зерттеулердің қажетті дәлдігін қамтамасыз ету үшін және модельдеу теориясының талаптарына сәйкес, модельдердің масштабы 1:10 деп қабылданды. Модельдер органикалық шыныдан дайындалып, ені 23 см және ұзындығы 600 см тікбұрышты гидравликалық науада орнатылды. Науадағы Фруд саны 0,3-тен 3,0 аралығында, ал оның өтімі 10-30 л/с шамасында ауытқыды. Тасынды-тосқындар қоспасының фракциялық құрамдары, модельге берілетін, 0,10-2 мм мөлшердегі бөлшектерден тұрады. Су ағынының тасындылармен қанығуы 0,2-5,5 г/л аралығында өзгеріп отырды.

Зерттеу жұмыстары үшін алынған қондырғы М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің гидротехникалық лабораториясында орналасқан S2-4М-А стендінде орналастырдық. Су, стенд ішіндегі қондырғыға ток арқылы қосылып, науамен жіберіледі.

Бұл қондырғы «Су ресурстары» кафедрасына қатысты 6.2.140 лабораториялық зертханасына 2012-2013 оқу жылында Англияның «Armfield» компаниясымен жабдықталған.

S2-4М-А – бұл ашық арнадағы ағын қозғалысына көзбен бақылау үшін арналған эксперименталды қондырғы болып табылады. Қондырғыға көпорлы құмшағалтұтқыштың макетін орналастырдым. Макеттің материалы ретінде пеноплэксті таңдадым. Оның себебі мынадай: пеноплэкс пенопласттан қарағанда тығыздығы жоғары, жабысуы жеңіл, оңай кесіледі, үгітіліп кетпейді, кез-келген формаға келтіруге болады; пеноплэкс бетонға жақын, беті тегіс, тасымалдауға оңай; бетон немесе цементтен жасалса, біріншіден ауыр болады, екіншіден формаларға келтіру қиын болады. Басқа материалдармен салыстыра келе, пеноплэкс экономикалық жағынан 10 есе арзанға түседі, яғни нарықтық заманда қолжетімді материал болып табылады [6].

Өлшеулер кезінде жоғарғы қателік шамалары - төмендегі өлшеу түрлерінде кетуі мүмкін: Трапециялы қималы суағарлармен су өтімін өлшеу кезінде

$$\Delta Q_{\max} = \pm(1,5MBH^{0.5} \Delta H + \Delta MBH^{3/2} + \Delta BMH^{3/2}), \quad (2)$$

мұндағы:  $\Delta H$  - суағардың табанындағы су тереңдігін өлшеу қателігі;

$\Delta M$  - өтім коэффициентін анықтау қателігі;

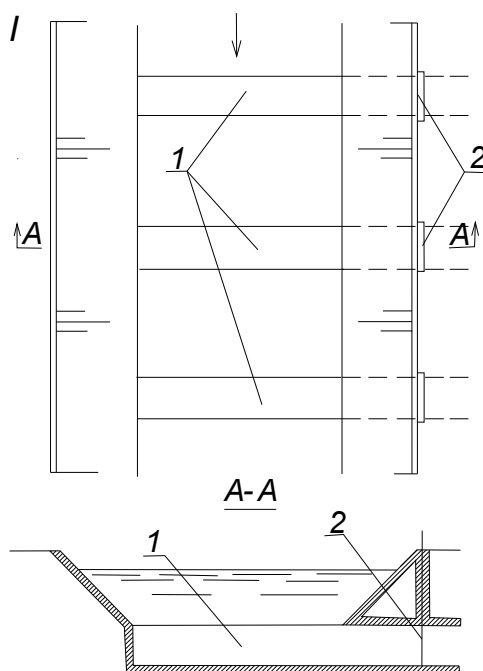
$\Delta B$  - суағар енін дайындау қателігі.

Біздің жүргізген тәжірибелерде  $\Delta H$  шамасы, өлшеу инесінен есеп алу 0,10 мм дәлдікпен бағалануы мүмкін. Суағарды дайындау қателігі ( $B=0,5$ м) штангенциркуль өлшеу дәлдігімен бағаланып, 0,1 мм-ге тең болды.  $\Delta M$  шамасы 0,005. Біз  $M=1,86$  және  $Q=MBH^{3/2}$  тең келетінін біле отырып, жоғарыдағы келтірілген өрнектен өтімді өлшеу қателігінің төмендегі жоғарғы шамасын аламыз:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \pm \left( 1,5 \frac{\Delta H}{H} + \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta B}{B} \right) = \pm 0,018 \quad (3)$$

Су тереңдігі және пьезометрлер көрсеткішін өлшеу қателері өлшеу штангасының есеп алу дәлдігімен көрсетілді.

Зерттеулер жоғарыда айтып өтілгендей, «Су ресурстары» кафедрасының «Гидротехникалық құрылымдардың гидрологиялық және техникалық қауіпсіздігі» лабораториясында жүргізілді. Төменде эксперимент жүргізу қондырғысының нобайы көрсетіледі (2-сурет) [7,8].



2-сурет. Тәжірибе жүргізу қондырғысының нобайы

S2-4M-A – бұл ашық арнадағы ағын қозғалысына көзбен бақылау үшін арналған эксперименталды қондырғы болып табылады. Қондырғыға көпорлы құмшағалтұтқыштың макетін орналастырдым. Макеттің материалы ретінде пеноплэкті таңдадым. Оның себебі мынадай: пеноплэкс пенопластан қарағанда тығыздығы жоғары, жабысуы жеңіл, оңай кесіледі, үгітіліп кетпейді, кез-келген формаға келтіруге болады; пеноплэкс бетонға жақын, беті тегіс, тасымалдауға оңай; бетон немесе цементтен жасалса, біріншіден ауыр болады, екіншіден формаларға келтіру қиын болады. Басқа материалдармен салыстыра келе, пеноплэкс экономикалық жағынан 10 есе арзанға түседі, яғни нарықтық заманда қолжетімді материал болып табылады.

Көпорлы құмшағалтұтқыштағы орлар, бір-біріне тең арақашықтықта орналасқан, жалпы саны 3. Орлардан кейін тірегіш (подпор) қойылды. Оның қызметі, «белгісіз бөлшекті тасындыларды» ұстап қалады. Бірінші орда ұсақ тасындылардың негізгі массасы ұсталады. Қажетті 150гр топырақты аламыз. Оны електен өткізіп, құм материалын алдық [8].

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің гидротехникалық лабораториясында орналасқан S2-4M-A қондырғысында зерттеу жұмыстарын жүргіздім (жұмыс жүргізу сәттері қосымшадағы суреттерде берілген).

Зерттеу жұмыстарына керекті заттар мыналар:

- пеноплэкс;
- қайшы, пышақ;
- желім;
- топырақ;
- елек;
- тостақ;
- таразы және т.б.

Бұл қондырғы «Су ресурстары» кафедрасына қатысты 6.2.140 лабораториялық зертханасына 2012-2013 оқу жылында Англияның «Armfield» компаниясымен жабдықталған.

S2-4M-A – бұл ашық арнадағы ағын қозғалысына көзбен бақылау үшін арналған эксперименталды қондырғы болып табылады. Қондырғыға көпорлы құмшағалтұтқыштың макетін орналастырдым. Макеттің материалы ретінде пеноплэксті таңдадым. Оның себебі мынадай: пеноплэкс пенопласттан қарағанда тығыздығы жоғары, жабысуы жеңіл, оңай кесіледі, үгітіліп кетпейді, кез-келген формаға келтіруге болады; пеноплэкс бетонға жақын, беті тегіс, тасымалдауға оңай; бетон немесе цементтен жасалса, біріншіден ауыр болады, екіншіден формаларға келтіру қиын болады. Басқа материалдармен салыстыра келе, пеноплэкс экономикалық жағынан 10 есе арзанға түседі, яғни нарықтық заманда қолжетімді материал болып табылады.

Көпорлы құмшағалтұтқыштағы орлар, бір-біріне тең арақашықтықта орналасқан, жалпы саны 3. Орлардан кейін тірегiш (подпор) қойылды. Оның қызметі, «белгісіз бөлшекті тасындыларды» ұстап қалады. Бірінші орда ұсақ тасындылардың негізгі массасы ұсталады. Қажетті 150гр топырақты аламыз. Оны електен өткізіп, құм материалын алдық. Содан көпорлы құмшағалтұтқышқа жібердік. Қажетті судың өтімі 3,1 л/с құрады. Каналдың басындағы еңістік 0,003. Топырақты қолдануымыздың себебі мынада:

1) Егер сумен тарыны әрекеттестірсек, ол алдымен ісінеді, топырақтың функциясын қайталай алмайды;

2) Егер майдаланған әйнек сынықтарын қолдансақ, оның сумен жүру процесі қиын болады, траншеяға (орға) жетпей қалады.

3) Егер ұнтақ жармасын (манка) алатын болсақ, ол сумен араласқанда түйір-түйір болып қалады.

S2-4M-A қондырғысында суды 20 минут бойы пайдаландым. Сондағы алынған нәтижелер кесте түрінде көрсетілді (**1-кесте**).

1-кесте. Эксперименттік тәжірибе нәтижелері

№	Орлар саны	Орлардың арақашықтығы, тұтылған тасынды, грамм	Судың өтімі, л/с	1-ші орда тұтылғаны, грамм	2-ші орда тұтылғаны, грамм	3-ші орда тұтылғаны, грамм
1	3	135	3,1	7	4	2
2	3	38; 32; 34,2	3,1	14	13	6
3	3	15; 24,9; 31	3,1	22	18	27
4	3	11; 18,8; 15	3,1	23	29	36

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, көпорлы құмшағалтұтқыш экономикалық жағынан тиімді болып табылады. Яғни тасындылардың 90%-ы ұсталып, қалған 4%-ы ғана каналға өтеді, ал жалпы тасындының 6%-ы «белгісіз бөлшекті тасындылар» (неизвестные частицы наносов) шамасын құрап отыр. Алынған мәліметтерді талдайтын болсақ, біз ұсынып отырған, көпорлы құмшағалтұтқыштарды өндірісте пайдалануға, барлық шарттар бар. Оны жасалған жұмыс нәтижелерінен көруге болады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Вызго М.С., Якштас И.А. Донная щель для борьбы с наносами //Труды САНИИРИ. - Ташкент, 1948. - Вып. 73. - С. 77-81.
2. Поярков В.Ф. Песколовка на канале //Гидротехника и мелиорация. –1954. - №9. - С. 40-47.
3. Соболин Г.В. Защита сооружений на реках и каналах от наносов. Фрунзе: Кыргызстан, 1968. - 200 с.
4. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков. - Л.: Гидрометеоздат, 1962. - 372 с.

5. Данелия Н.Ф., Бунятян Л.Б., Булгак Ю.Ю. Головные сооружения на горных и предгорных участках рек Закавказья //Труды Всесоюзного научно-технического совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам. -Тбилиси, 1960. - Т.І. - С. 119-128.

6. Жолдасов С.К., Жоламанов Н.Ж. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы каналдардың жағдайы және түптік тасындылармен күресу шаралары. // М.Х. Дулатидің 510 жылдығына арналған «VI Дулати оқулары» Халықаралық ғыл.-практ. Конф. материалдары. - Тараз, 2009. - Б. 224-225.

7. Молдамуратов Ж.Н., Нурабаев Д.М., Максатқызы Ж. Наносоперехватывающие сооружения работающие на основе винтообразного движения потока. Материалы межд.практ.конф. Уркумбаевские чтения-4, 23.11.2017 г. – Тараз, Тараз университеті.

8. Жолдасов С.К., Максатқызы Ж. Тау бөктері каналдарындағы тасындылармен күресу әдістері. Материалы III-Международной научно-практической конференции «Перспективы развития современной науки» проходившем в г. Сеуле (Ю. Корея) 28-30 марта 2018 г.

## МЕРЫ ПО БОРЬБЕ С НАНОСАМИ КАНАЛОВ В ПРЕДГОРЬЯХ КАЗАХСТАНА

**Бейсембин К.Р., Ескермесов Ж.**

*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан*

### **Аннотация**

Научная работа посвящена мероприятиям по борьбе с наносами каналов в предгорьях Казахстана.

**Ключевые слова:** мостовые шлифовальные машины, промывная галерей, наносы, песчаник, конструкция.

## MEASURES TO CONTROL CHANNEL SEDIMENTS IN THE FOOTHILLS OF KAZAKHSTAN

**Beisembin K.R., Eskermesov Zh.**

*Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

### **Abstract**

The scientific work is devoted to measures to combat the divorce of channels in the foothills of Kazakhstan.

**Keywords:** bridge grinding machines, washing galleries, sediments, sandstone, construction.

**УДК 621.928.44:622.755**

## НОВЫЕ ЭМПИРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ СОВЕРШЕННОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЫЖКА ЗА СООРУЖЕНИЯМИ

**Жолдасов С.К., Байжигитова М.Т., Кальбекова Г.К.**

*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан*

### **Аннотация**

В статье приводятся рекомендуемые эмпирические формулы для определения длины совершенного гидравлического прыжка по результатам лабораторных исследований.

**Ключевые слова:** гидравлический прыжок, длина совершенного гидравлического прыжка, эмпирические формулы, лабораторные исследования.

### Введение

Опыты выполнялись в гидравлическом лотке (**рисунок 1**) шириной 23 см, длиной 6,0м при истечении воды из-под щита расположенный в лаборатории кафедры «Водные ресурсы» Таразского регионального университета имени М.Х.Дулати. Высота остекленных боковых стенок по всей длине лотка равнялась 40 см. В головной части лотка был установлен щит с плавно очерченным оголовком, наличие которого обуславливало возможность получения параллельноструйного потока в сечении первой сопряженной глубины. Горизонтальное дно лотка было выполнено из гладкозатертого бетона, в концевой части лотка были установлены концевые затворы для регулирования глубины потока в лотке.

Подаваемый в лоток расход воды измерялся объемным способом с погрешностью  $\pm 1,5\%$ . Глубина бурного потока при истечении из-под щита с оголовком равнялась высоте отверстия, образованного дном лотка, его боковыми стенками и нижней кромкой щита. Эта высота устанавливалась с точностью  $\pm 1\%$ . По результатам опытов величины сопряженных глубин для первого опыта получилась: первая сопряженная глубина  $h_1 = 0,88$  см, вторая сопряженная глубина  $h_2 = 5,3$  см; соответственно для второго и третьего серии опытов  $h_1 = 0,60$  см и  $h_2 = 3,8$  см;  $h_1 = 1,30$  см и  $h_2 = 2,30$  см. В каждом последующем опыте величина открытия затвора увеличивался на 0,2 см.

Длина гидравлического прыжка может быть определена из основного уравнения [1]

$$\left(\frac{\alpha_{01}Q^2}{g\omega_1} + y_1\omega_1\right) - \left(\frac{\alpha_{02}Q^2}{g\omega_2} + y_2\omega_2\right) = \left(\frac{Q^2\bar{\chi}}{C^2\bar{\omega}^2} - \bar{\omega}i\right) L_{\text{пр}} \quad (1)$$

в виде

$$L_{\text{пр}} = \frac{\left(\frac{\alpha_{01}Q^2}{g\omega_1} + y_1\omega_1\right) - \left(\frac{\alpha_{02}Q^2}{g\omega_2} + y_2\omega_2\right)}{\frac{Q^2\bar{\chi}}{C^2\bar{\omega}^2} - \bar{\omega}i} \quad (2)$$

или из уравнения при  $i > 0$

$$L_{\text{пр}} = \frac{\Pi(h_1) - \Pi(h_2)}{\bar{\omega}(J-i)}, \quad (3)$$

где  $\bar{\chi}$  – среднее значение смоченного периметра между сечениями I и III.





**Рисунок 1** – Экспериментальная установка

1-прямоугольный гидравлический лоток; 2-уклономерное устройство; 3-водослив; 4-трубопровод; 5-затвор; 6-мерная игла; 7-кассетный затвор; 8-мерный бак.

Если дно русла горизонтальное ( $i = 0$ ), то длина гидравлического прыжка определяется по формуле

$$L_{\text{пр}} = \frac{\Pi(h_1) - \Pi(h_2)}{\bar{\omega} \bar{J}} \quad (4)$$

При обратном уклоне ( $i < 0$ )

$$L_{\text{пр}} = \frac{\Pi(h_1) - \Pi(h_2)}{\bar{\omega}(\bar{J} + i)} \quad (5)$$

Гидравлический прыжок при подпоре имеет меньшую длину, чем при горизонтальном дне русла, что аналогично значительному обратному уклону.

Вводя новое обозначение

$$\Delta\Pi(h) = \Pi(h_1) - \Pi(h_2),$$

Уравнение (3)-(5) можно представить еще проще:

$$\text{а) при } i > 0 \quad L_{\text{пр}} = \frac{\Delta\Pi(h)}{\bar{\omega}(\bar{J} - i)}; \quad (6)$$

$$\text{б) при } i = 0 \quad L_{\text{пр}} = \frac{\Delta\Pi(h)}{\bar{\omega} \bar{J}}; \quad (7)$$

$$\text{в) при } i < 0 \quad L_{\text{пр}} = \frac{\Delta\Pi(h)}{\bar{\omega}(\bar{J} + i)}. \quad (8)$$

Формула (8) выражает закон о длине совершенного гидравлического прыжка, который гласит: длина совершенного гидравлического прыжка прямо пропорциональна разности прыжковых функций в сопряженных глубинах и обратно пропорциональна

произведению средних величин площади живого сечения и разности уклонов трения и дна русла прыжка. Следует также отметить, чем больше уклон дна русла, тем значительнее длина гидравлического прыжка.

Этот вывод теории подтверждается результатами экспериментальных работ, которые обобщены известной эмпирической формулой

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{пр}0} (1 + ki), \quad (9)$$

где  $L_{\text{пр}0}$  -длина прыжка при уклоне  $i = 0$ ,

$k$ -коэффициент, который колеблется в пределах 3...3,75.

Если русло имеет обратный уклон ( $i < 0$ ) дна, то длину гидравлического прыжка обычно определяют по зависимости

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{пр}0} (1 - 2i), \quad (10)$$

что качественно согласуется с выражением (8). Экспериментально установлен факт уменьшения длины гидравлического прыжка с увеличением шероховатости русла. Это тоже вытекает из вышеприведенной теории, если учесть, что

$$J = \frac{Q^2}{C^2 R \omega^2} = \frac{n^2 Q^2}{\omega^2 R^{2y+1}}, \quad (11)$$

где  $C = \frac{1}{n} R^y$ -коэффициент Шези.

Подставляя значение (11) в формулу (5) имее

$$L_{\text{пр}} = \frac{\omega R^{2y+1} \Delta\Pi(h)}{n^2 Q^2} \quad (12)$$

Прямая пропорциональность коэффициента шероховатости  $n$  средней высоте выступов ( $\bar{\Delta}$ ) шероховатости общеизвестна.

Длина гидравлического прыжка является одним из основных геометрических элементов совершенного гидравлического прыжка. Длина прыжка обычно определяется по эмпирическим формулам [2-7]. Имея опытные данные глубин находим длину прыжка по известным эмпирическим формулам, чтобы сравнить какая из эмпирических формул, более подходит для решения практических задач. Для наших опытных исследований применяем теоретическую формулу профессора Абдураманова для определения длины совершенного гидравлического прыжка.

По формуле Павловского [2] длину прыжка определяем следующим образом:

$$l_{\text{пр}} = 2,5(1,9h_2 - h_1) \quad (13)$$

По формуле Шаумяна [9]:

$$l_{\text{пр}} = 3,6(h_2 - h_1) \left(1 + \frac{h_1}{h_2}\right)^2 \quad (14)$$

По формуле Сафранца [10]:

$$l_{\text{пр}} = 4,5 \cdot h_2 \quad (15)$$

По формуле Бахметева – Матцке [11]:

$$l_{np} = 5(h_2 - h_1) \quad (16)$$

А также для сравнения результатов, длину прыжка определяем по формуле Абдураманова [6]:

где  $I = \frac{h_w}{l_{np}}$ ;  $i = 0,002$  (в эксперименте);

$$\omega_1 = \epsilon \cdot h_1; \quad \omega_2 = \epsilon \cdot h_2; \quad \bar{\omega} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2};$$

$$h_w = \frac{a^3}{4 \cdot h_1 \cdot h_2}; \quad a_1 = h_2 - h_1.$$

$$a_1 = h_2 - h_1 = 5,3 - 0,88 = 4,42 \text{ см (опытные данные).}$$

Формула Абдураманова [7] для определения длины совершенного гидравлического прыжка будет:

$$l_{np} = \epsilon \cdot \frac{(h_2^2 - h_1^2)(h_2 - h_1)^2}{8h_1h_2\bar{\omega}(I - i)} \quad (17)$$

Вычисленные значения длины прыжка по эмпирическим формулам и экспериментальным исследованиям сведем в **таблицу 1**.

**Таблица 1** – Определение длины гидравлического прыжка

Длина прыжка по формулам	$h_1$ , см	$H_2$ См	$l_{np}$ см	$h_1$ см	$h_2$ см	$l_{np}$ см	$h_1$ см	$h_2$ см	$l_{np}$ см
Павловского	0,88	5,3	22,97	0,6	3,8	16,55	1,3	2,3	7,675
Шаумяна	0,88	5,3	29,4	0,6	3,8	14,98	1,3	2,3	8,82
Сафранца	0,88	5,3	23,85	0,6	3,8	17,1	1,3	2,3	10,35
Бахметева – Матцке	0,88	5,3	22,1	0,6	3,8	16	1,3	2,3	5
Абдураманова	0,88	5,3	20,29	0,6	3,8	19,1	1,3	2,3	11,9
Измеренная длина по экспериментам	0,88	5,3	20,2	0,6	3,8	18,8	1,3	2,3	9,3

Нахождение длины совершенного гидравлического прыжка по известным эмпирическим формулам, показали что, найденные значения по формулам А. Абдураманова (его формула является теоретической), Н. Павловского и Бахметева-Матцке более близко подходят экспериментальным данным. В опытных исследованиях применения теоретической формулы профессора Абдураманова для определения длины совершенного гидравлического прыжка, доказали что, в данный момент это уравнение является, самой надежной формулой нахождения длины гидравлического прыжка за сооружениями в натуральных условиях (в наших исследованиях, где погрешность составляет 1-2%).

Известные эмпирические формулы Павловского [2], Шаумяна [3], Сафранца [4], Бахметева – Матцке [5] и других, отличаются тем, что они определены экспериментальным путем, на основании многих лабораторных исследований, и поэтому широко используются в научно-исследовательских исследованиях аспирантов, докторантов, соискателей и студентов. По результатам проведенных лабораторно-научных исследований по определению длины гидравлического прыжка, как выше было сказано, формула профессора Абдураманова, более соответствует, полученным данным экспериментов. И поэтому, наша задача состоит в том, чтобы дать эмпирическую формулу для определения длины совершенного гидравлического прыжка по результатам лабораторных исследований, соответствующей

теоретической формуле профессора А. Абдураманова, так как его формула для определения длины прыжка является на данный момент самой достоверней к натурным значениям.

По найденным численным значениям получили такую простую эмпирическую формулу длины гидравлического прыжка

$$L_{nn} = 2,5(1,875h'' - h') \quad (18)$$

И мы рекомендуем из числа упомянутых экспериментальных формул, наиболее простую и с другой стороны, дающий примерно среднее значение гидравлического прыжка. Это эмпирические формулы Н.Павловского и формулу (18), а так же теоретическую формулу профессора А.Абдураманова.

### Список литературы

1. Абдураманов А. Механика жидкости. 2-издание, переработанное и дополненное. – Тараз.: «Сенім», 2013, 213 с.
2. Справочник по гидравлическим расчетам /П.Г. Киселев, А.Д. Альтшуль и др. 4<sup>е</sup>-изд. – М., Энергия., 1972, 312с.
3. Чертоусов М.Д. Гидравлика. Специальный курс - 4<sup>е</sup>- изд. – М.-Л., Госэнергоиздат., 1962, 630с.
4. Шаумян В.А. Научные основы орошения и оросительных сооружений. -М.: ОГИЗ - Сельхозгиз, 1948. - 758 с.
5. Жолдасов С.Қ. және т.б. Гидравликалық шапшыманың ұзындығын анықтауға арналған формулаларды талдау. ТарМУ хабаршысы. – Тараз. Тараз университеті. 2.1.2012.
6. Әбдіраманов Ә. Гидравлика. - Тараз.: Сенім., 2010. – 497 б.
7. Дзолдасов С.К., Койшибава Г.Д. Определение экспериментальным путем длины совершенного гидравлического прыжка по известным эмпирическим формулам. Уркумбаевские чтения-3, международно-практическая конференция. – Тараз., Тараз университеті, 2013.

### ҚҰРЫЛЫМДАРДАҒЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ СЕКІРІС ҰЗЫНДЫҒЫН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ЭМПИРИКАЛЫҚ ФОРМУЛАЛАР

**Жолдасов С.Қ., Байжігітова М.Т., Қалбекова Г.Қ.**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан*

#### Аңдатпа

Мақалада зертханалық зерттеулердің нәтижелері бойынша мінсіз гидравликалық секірістің ұзындығын анықтауға арналған эмпирикалық формулалар ұсынылған.

**Кілт сөздер:** гидравликалық секіру, мінсіз гидравликалық секіру ұзындығы, эмпирикалық формулалар, зертханалық зерттеу.

### NEW EMPIRICAL FORMULAS FOR DETERMINING THE LENGTH OF A PERFECT HYDRAULIC JUMP BEYOND STRUCTURES

**Dzholdasov S.K., Bayzhigitova M.T., Kalbekova G.K.**

*Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### Abstract

The article provides the recommended empirical formulas for determining the length of a perfect hydraulic jump based on the results of laboratory studies.

**Key words:** hydraulic jump, perfect hydraulic jump length, empirical formulas, laboratory research.

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ УЧКЫЗЫЛСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Ибраймов А., Бакиев М.Р., Кодиров О., Каххаров У., Маткаримов О.**

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

### **Аннотация**

Учкызылское водохранилище наливного типа, сезонного регулирования, расположено в нижнем течении р. Сурхандарьи в 18 км северо-западнее г. Термеза в Ангорском тумане Сурхандарьинского вилоята Республики Узбекистан. Учкызылское водохранилище запроектировано институтами «Средазгипроводхлопок», «Узгипроводхоз» и САО «Гидропроект» строилось в 1953-1957 гг., принято в эксплуатацию 29 декабря 1957 года. Данное водохранилище эксплуатируется в течение 64 лет. В настоящее время требуется проверки технического состояния гидротехнических сооружений Учкызылского водохранилища и дать рекомендации по повышению их надёжности и безопасности являются актуальными.

Данная статья может быть полезным для преподавателей вузов, преподавателей-экономистов, магистрантам и студентам, изыскателям и специалистам заинтересованных в организации эксплуатации водохранилищ.

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, грунтовая плотина, башенный водовыпуск, надёжность, безопасность, коэффициент фильтрации, дренаж.

### **Введение**

Водоохранилища - своеобразные водные объекты, новый природно-техногенный компонент ландшафта. Они преобразуют режим рек, влияют на окружающую среду. Потребности практики заставляют изучать режим водохранилищ, разрабатывать стратегию рационального управления ими, принимать меры на предотвращение негативных факторов сооружений этих водоемов. Оценивая сегодняшнее состояние гидротехнических сооружений эксплуатируемых гидроузлов, следует отметить, их низкую надёжность. Факторы, определяющие надёжность гидротехнических сооружений при эксплуатации во многом зависят от условий их эксплуатации, ухода за ними, своевременного ремонта и реконструкции. Обеспечению их исправной и безотказной работы во всем мире уделяется особое внимание.

Реализация технических и организационных мероприятий по обеспечению надёжности гидротехнических сооружений эксплуатируемых водохранилищных гидроузлов не возможна без объективной оценки их состояния.

### **Цель и задачи исследований**

Оценка технического состояния гидротехнических сооружений Учкызылского водохранилища и дать рекомендации по повышению их надёжности и безопасности.

Предстоит решить следующие задачи:

- Провести натурные обследования сооружений Учкызылского водохранилищного гидроузла [1];
- выявить поврежденные элементы конструкции [2,3];
- разработка мероприятий по улучшению эксплуатационной надёжности Учкызылского водохранилищного гидроузла [4];

### **Методика исследований**

Исследования проводились по традиционной методике проведения натуральных исследований сооружений [3,6].



*КИА.* Для наблюдений за режимом подземных вод в теле плотины и основании проектом предусмотрено 9 опускных пьезометров в 3 створах, половина из них в неудовлетворительном состоянии.

Для наблюдения за деформациями проектом предусмотрено 2 фундаментальных репера и 24 поверхностные грунтовые марки, 40% пьезометров требуется заменить на новые.

На Учкызылском водохранилище не разработаны меры по предотвращению возможных терактов.

### **Результаты и обсуждения**

В настоящее время в Узбекистане эксплуатируются 57 водохранилищ, половина из них являются низконапорными. Правительством Узбекистана очень мало внимания уделяется низконапорным водохранилищам, в них почти не проводятся исследовательские работы. Учкызылское водохранилище эксплуатируется в течение 64 лет. Однако до сих пор не составлен ни одного проекта для продления его срока службы.

В ходе проводимых исследований обнаружено очень много недостатков по внедрению современных приборов. Поэтому в данной статье даются предпосылки для проведения дальнейшего исследования данного водохранилища. Даны рекомендации заменить все контрольно-измерительные аппаратуры, и подключить их на компьютерную сеть.

В результате обследования сооружений водохранилища, выявлено следующее:

*1. Подводящий канал.*

Канал частично заилен, засорен, сечение канала неопределенной формы.

*2. Южная дамба.*

*Гребень.* Местами обнаружены локальные просадки (**рисунок 2**).

### **Организация мер противодействия террористической угрозе [3].**

• Под организацией мер противодействия террористической угрозе подразумевается разработка действий по предупреждению угрозы террористического акта, а также ликвидации последствий его совершения.

- Необходимо предусмотреть:
- Организацию работы по постоянному наблюдению за ГТС:
- поставить наблюдательный пост;
- оборудовать наблюдательный пост средством связи (сотовый телефон).
- Произвести разъяснительную работу среди персонала.
- Вблизи гидротехнического сооружения поставить информационный щит с номерами телефонов ГУ МЧС и соответствующего БУИС.
- Содержать подъездные пути в надлежащем состоянии.



**Рисунок 3** - Водомер для измерения фильтрационного расхода.

## **Выводы**

1. Осушить озеро в нижнем бьефе Южной дамбы согласно выданного проекта.
2. Необходимо предусмотреть мероприятия по борьбе с заилением, для этого необходимо использовать современные способы гидромеханизации заменить морально устаревшее и физически изношенное гидромеханическое оборудование и установить современные контрольно-измерительные приборы.
3. Выполнить очистку откоса от растительности, привести к проектному профилю низовой откос Южной дамбы.
4. Восстановить все 24 пьезометры, установить на отводах дренажа водомерные устройства, заменить все старые пьезометры на более современные пьезометры для соединения к компьютерной сети.
5. Произвести замер объема заиления с использованием современных геоинформационных систем.
6. Выполнить очистку подводящего канала.
7. Необходимо ежегодно вести натурные наблюдения с применением дистанционных приборов.
8. Организация мер противодействия террористической угрозе.

## **Список литературы**

1. Бакиев М.Р., Хасанов Х., Чориев Ж., Рахматов Н., Ибраймов А. «Расчет объемов заиление водохранилищ с использованием Геоинформационных технологий. Научно технический журнал «Проблемы архитектуры и строительства». - Самарканд, 2019. - 64-67 с.
2. Бакиев М.Р., Рахматов Н., Ибраймов А. «Контрольно-измерительные аппаратуры гидротехнических сооружений» Учебник, Т., издательства «Фундаментальная библиотека академии наук РУЗ», 2019. - 263 с.
3. Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений». - Ташкент, 1999.
4. Бакиев М.Р., Рахматов Н., Ибраймов А. «Эксплуатация гидротехнических сооружений на канале». Учебник, Т.: издательства «Фундаментальная библиотека академии наук РУЗ», 2020. - 220 с.
5. Ибраймов А., Кодиров О., «Двухстороннее сужение потока глухими плотинами на легко размываемых грунтах» Сборник научно-практической конференции ТИИИМСХ, 22-25 апреля 2020 Online режиме на тему: «Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering» (CONMECHYDRO-2020).
6. СНиП 2.06.01-96. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. - Ташкент, 1997.
7. Данилкин А.А., Калашник А.И., Запорожец Д.В., Максимов Д.А. Мониторинг состояния ограждающей дамбы в зоне обработки техногенного месторождения Ковдорского ГОК а //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014, №7, с. 344-351.

## **УЧКЫЗЫЛ СУ САҚТАҒЫШЫНЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ**

**Ибраймов А., Бакиев М.Р., Кодиров О., Каххаров У., Маткаримов О.**

*Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты,  
Ташкент қаласы, Өзбекстан Республикасы*

## **Андатпа**

Үлкен типтегі Үшқызыл су қоймасы, маусымдық реттеу, өзеннің төменгі ағысында орналасқан. Сурхандария Термез қаласынан солтүстік-батысқа қарай 18 км жерде, Өзбекстан Республикасының Сурхандария облысының Ангора тұманында. Учкызыл су қоймасы



«Средазгипроводхлопок», «Узгипроводхоз» институттары және «Гидропроект» АҚ жобалаумен 1953-1957 жылдары салынған, 1957 жылы 29 желтоқсанда пайдалануға берілген. Бұл су қоймасы 64 жылдан бері жұмыс істейді. Қазіргі уақытта Үшқызыл су қоймаларының гидротехникалық құрылыстарының техникалық жағдайын тексеру және олардың сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру бойынша ұсыныстар беру қажет.

Бұл мақала университет профессорлары, оқытушылар-экономистер, магистранттар мен студенттер, геодезистер мен су қоймаларының жұмысын ұйымдастыруға қызығушылық танытқан мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін.

**Кілт сөздер:** гидротехникалық құрылыстар, жер бөгеті, мұнара шығысы, сенімділік, қауіпсіздік, сүзу коэффициенті, дренаж.

## ASSESSMENT OF TECHNICAL CONDITION OF HYDRAULIC STRUCTURES UCHKYZYL RESERVOIR

**Ibraimov A., Bakiev M.R., Kodirov O., Kakhkharov U., Matkarimov O.**

*Tashkent Institute of Irrigation and Mechanization of Agriculture Engineers,  
city Tashkent, Republic of Uzbekistan*

### **Abstract**

Uchkyzyl water reservoir of bulk type, seasonal regulation is located in downstream of the Surkhandarya River in 18 km North-West of Termez city, in Angora village of Surkhandarya region of the Republic of Uzbekistan. Uchkyzyl water reservoir was designed by the Institute «Sredazgiprovodkhhlopok», «Uzgiprovodkhoz» and «CAO Hidroproekt» and was built in between 1953-1957. It was put into operation on December 29, 1957. This reservoir is operated for 60 years. Currently, it requires checking technical condition of hydraulic structures of Uchkyzyl water reservoirs and give recommendations to improve their reliability and safety are relevant. This article can be useful for university lecturers, postgraduates and students, scholars and specialists interested in the organization of reservoir operation.

**Key words:** hydraulic engineering constructions, ground dam, tower water outlet, reliability, safety, filtration coefficient, drainage.

**УДК 70.23.15**

## ОЦЕНКА РЕСУРСА СЛОЖНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

**Кузьмич Л.В.<sup>1</sup>, Кузьмич С.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт водных проблем и мелиорации национальной академии аграрных наук,  
Киев, Украина,*

<sup>2</sup>*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
Ровно, Украина*

### **Аннотация**

В статье определен перечень задач для оценки и обоснования ресурса сложных гидротехнических сооружений, предложен подход к анализу развития процесса истощения ресурса на основании функции повреждения (отказа).

Предложен подход к оценке ресурса при малоцикловой и многоцикловой усталости материала гидротехнических конструкций под механическими воздействиями и ползучести, который базируется на моделировании основных физических стадий развития процесса истощения ресурса, стадий зарождения и распространения по всему телу конструкции

микрповреждений до образования макроскопических трещин, их развития и достижения критических размеров. Поскольку оценка выполняется на основании функции повреждения, для ее определения необходимо учитывать неопределенности, возникающие из-за изменчивости технологических ситуаций, в которых выставляются диагнозы.

**Ключевые слова:** сооружение, эксплуатация, ресурс, остаточный ресурс, повреждение, отказ, трещина, усталость.

## **Введение**

Важной задачей современного водного хозяйства и гидротехнического строительства является оценка ресурса сложных потенциально опасных инженерных гидротехнических конструкций на стадии проектирования, прогноз и оценка остаточного ресурса в процессе эксплуатации, продление срока службы гидротехнических конструкций после истечения нормативного срока эксплуатации.

Эксплуатационные условия работы таких конструкций характеризуются разного рода воздействиями, которые ведут к деградации конструкционных материалов и истощению ресурса конструкций в целом. Процессы истощения ресурса являются многостадийными, нелинейными и взаимосвязанными.

При оценке и обосновании ресурса сложных гидротехнических конструкций необходимо решить следующие задачи:

- элементный анализ конструкции, условий эксплуатации, технологии изготовления и начальной дефектности;
- выявление доминирующих узлов, приводящих к истощению ресурса конструкции в целом;
- моделирование истощения ресурса с учетом деградации конструкционных материалов и условий эксплуатации;
- осуществление расчетов и экспериментальных исследований для выявления опасных зон в конструкциях и определение конкретных характеристик процессов истощения ресурса в этих опасных зонах;
- формирование соответствующих баз данных с целью накопления информации о процессах истощения ресурса в сложных гидротехнических конструкциях и получение необходимой информации для оперативной оценки и прогноза остаточного ресурса в процессе эксплуатации;
- создание методики оперативной оценки и прогноза остаточного ресурса в процессе эксплуатации сложных гидротехнических конструкций;
- получение необходимой информации для принятия решения о продлении срока эксплуатации гидротехнических конструкций, их ремонте, реконструкции или замене.

Основными вопросами для решения этих вопросов являются:

- Выбор макропеременных, которые отражают существенные процессы истощения ресурса на микро - и макроуровнях;
- обоснование сроков истощения ресурса с учетом степени повреждения (отказа);
- моделирование процессов деформирования и истощения ресурса;
- выявление основных факторов, влияющих на скорость процессов истощения ресурса и разработка конкретных зависимостей для этих воздействий;
- моделирование зависимости скоростей процессов истощения ресурса гидротехнических конструкций на всех стадиях развития от условий эксплуатации;
- разработка принципов эквивалентности процессов истощения ресурса между собой и экспериментальными данными исследований;
- установление корреляционных зависимостей между параметрами математических моделей истощения ресурса и параметрами диагностики состояния конструкционного материала;

- разработка методики и алгоритма оперативной оценки ресурса и прогноза остаточного ресурса гидротехнических конструкций в процессе эксплуатации на основании полученной предварительной информации;

- определение реальных эксплуатационных параметров сложных гидротехнических конструкций на протяжении всего времени их эксплуатации.

Оценка остаточного ресурса есть многоуровневый итерационный процесс последовательной детализации и оптимизации диагностических решений. Недостаточная изученность отдельных явлений не позволяет иметь полностью математически формализованное описание конструкции. Поскольку оценка осуществляется на основании функции повреждения (отказа), то для ее определения нужно учитывать неопределенности, возникающие из-за непостоянства технологических ситуаций, в которых ставятся диагнозы.

### **Материалы и методика исследований**

Решение поставленных задач требует адекватного информационного обеспечения за счет повышения надежности функционирования гидротехнических конструкций, применение систем внутреннего контроля и оперативной диагностики состояния технических составляющих. Однако все эти меры не решают в полном объеме поставленные задачи, особенно в условиях медленной эволюции характеристик объектов исследования, их большой размерности, условий наблюдения за протеканием процессов и изменчивости факторов, на них влияющих, информацию о которых можно отнести к категории нечетких множеств. Сами модели процессов носят эмпирический и полуэмпирический характер [1].

При выполнении работы использовались такие методы исследований, как информационно-аналитической, расчетно - сравнительный, математико - статистический.

Математическое моделирование не только эффективно дополняет традиционные методы, применяемые в расчетно-экспериментальных исследованиях, но и все чаще оказывается единственным подходом к прогнозированию возможности и последствий эксплуатации сложных гидротехнических объектов в экстремальных и аварийных условиях, когда другие методы или непригодные, или не могут быть использованы из-за экономических, экологических или иных соображений.

В основу моделирования процессов деформирования и истощение ресурса взято: уравнение термовязкопластичности, уравнение развития макродефектов, критерии устойчивости процессов истощения ресурса и эволюционные уравнения [1, 2, 3].

Уравнение термовязкопластичности содержат в себе микропараметры, учитывающие влияние накопления повреждений на физико-механические свойства материала конструкции [1, 4, 5].

Критерии, что оценивают устойчивость процессов истощения ресурса, основанные на контроле величины производной повреждения (отказа) по обобщенным энергетическим параметрам и является внутренним временем данных физических процессов [1, 6-9].

Эволюционные уравнения повреждений учитывают физические стадии процесса накопления повреждений, влияние параметров напряженно - деформированного состояния конструкции, температуры, вида траектории деформирования и влияние деформирования на скорость процесса накопления повреждений, его нелинейный характер, нелинейное суммирование повреждений при изменении режима нагрузки и от различных механизмов истощение ресурса [4, 6, 10].

Существующие инженерные подходы к оценке ресурса при многоцикловой и малоцикловой усталости базируются на известных данных нагрузки на конструкцию в виде определенного нестационарного процесса, задается значениями эквивалентных напряжений или деформаций. С помощью известных методик реальный нестационарный процесс деформирования приводится к симметричному блочному процессу, причем разные части одного цикла могут относиться к различным нагрузкам. Используются правила линейного суммирования повреждений. Степень повреждения оценивается относительным количеством циклов (усталость) или относительным времени (ползучесть). Процессы формирования и истощение ресурса моделируются отдельно.

Для каждой стадии процесса истощения ресурса устанавливается обобщенный энергетический параметр, характеризующий конкретные условия протекания процесса для каждой опасной зоны конструкции, который зависит от соответствующих долей диссипации энергии на создание микродефектов в рамках соответствующего механизма истощения ресурса.

На базе обобщенных энергетических параметров формулируются принципы эквивалентности процессов истощения ресурса между собой в их эквивалентности экспериментальным данным. Реализуется принцип нелинейного суммирования повреждений.

### Основные результаты исследований НИР

Задачи в рамках механики повреждений формулируются как связь между процессами деформирования и накопления повреждений. Составляются эволюционные уравнения накопления повреждений и определяются критерии устойчивости процессов истощения ресурса гидротехнических конструкций [11].

В нашем случае эволюционное уравнение накопления повреждений имеет вид:

$$w = \sum_z \frac{\alpha_k + 1}{l_{k+1}} f_k(q_k) z_k^{\alpha_p} (1 - w)^{-r_k} \langle z_k \rangle, 0 \leq w \leq w_f < 1, h = e, p, c, \quad (1)$$

где  $w$  – нормированная функция повреждения (отказа);  $q_k$  – параметры напряженно-деформированного состояния и вида траектории деформирования;  $z_k$  – нормированные судьбы диссипации на создание микродефектов по механизмам много циклической усталости  $z_e$ , мало циклической усталости  $z_p$ , ползучести  $z_c$ ;  $\alpha_k, r_k$  – материальные параметры – функции температуры;  $w_f$  – критическое значение микротрещины.

Уравнение (1) интегрируется вместе с уравнениями термовязкопластичности через параметры  $q_k, z_k, z_e$  и температуру  $T$ . В свою очередь материальные параметры уравнений термопластичности зависят от накопленных повреждений (отказов).

При доминирующих механизмах мало цикловой и много циклической усталости процесс накопления повреждений описывается уравнением:

$$w = 1 - \left\{ 1 - \left[ (\alpha_p - 1) \int_0^{z_e} f_p(q_k) z_e^{\alpha_p} \langle dz_e \rangle + (\alpha_e + 1) \int_0^{z_k} f_e(q_k) z_k^{\alpha_e} \langle dz_k \rangle \right]^{\frac{1}{r+1}} \right\}, \quad (2)$$

$$\langle x \rangle = \begin{cases} x & \text{при } x > 0 \\ 0 & \text{при } x \leq 0 \end{cases}$$

или

$$w = 1 - (1 - [y_p^{\alpha_p+1} + y_c^{\alpha_c+1}])^{\frac{1}{r+1}}, \quad (3)$$

Где  $y_p$  та  $y_e$  – малоцикловая и многоцикловая усталости, как параметры внутреннего времени процесса:

$$y_p = [(\alpha_p + 1) \int_0^{z_p} f_p(q_k) z_p^{\alpha_p} \langle dz_p \rangle]^{\frac{1}{\alpha_p+1}}, \quad (4)$$

$$y_e = [(\alpha_e + 1) \int_0^{z_e} f_e(q_k) z_e^{\alpha_e} \langle dz_e \rangle]^{\frac{1}{\alpha_e+1}},$$

$$z_p = \frac{W_p - W_a}{(W_f - W_a)_p}, z_e = \frac{W_e - W_y}{W_{fe}}, \quad (5)$$

где  $W_p$ ,  $W_e$  - доли энергии диссипации, направленные на образование микродефектов при малоцикловой и многоцикловой усталости. Материальные функции  $W_a$ ,  $W_y$  отражают окончание стадии зарождения микродефектов при малоцикловой и многоцикловой усталости ( $z_k = 0$  при  $W_p < W_a$  и  $W_e < W_y$ ), а материальные функции  $W_{fe}$  - критическое значение соответствующих энергий.

### Обсуждение полученных данных

Согласно уравнений (2) - (4) для каждого процесса, который характеризуется индивидуальной историей термосиловой нагрузки на определенный объем материала, соответствует своя кривая накопления повреждений в плоскости переменных  $w \sim W_p$  ( $w \sim z_p$ ),  $w \sim W_e$  ( $w \sim z_e$ ), и при изменении режимов термосиловой нагрузки происходит переход с одной кривой на другую (нелинейное суммирование). На фазовых плоскостях  $w \sim y_p$  та  $w \sim y_e$  каждому механизму истощения ресурса соответствуют единые обобщенные кривые повреждения. При этом скорости движения по этим кривым зависят от конкретных параметров нагрузки.

### Выводы

Для принятия решения по остаточному ресурсу необходимо на основании анализа технического состояния гидротехнической конструкции составить ее модель и задать критерий оценки эксплуатационного режима.

Предложенный подход по оценке произведенного ресурса в случае доминирования механизмов малоцикловой усталости, многоцикловой усталости, ползучести или их сочетании базируется на моделировании основных физических стадий развития процесса истощения ресурса, стадий зарождения и распространения по всему телу конструкции микроповреждений до образования макроскопической трещины, ее развития и достижения ее критического размера.

### Список литературы

1. Коротких Ю.Г., Бех О.И. Уравнения механики поврежденной среды для циклических неизотермических процессов деформирования [Текст] / Ю.Г. Коротких // Прикладные проблемы прочности и пластичности. Методы решения: Всесоюз. межвуз. сб. / Горьк. ун-т.- 1989. С.96-100.
2. Маковкин Г.А., Юдников С.Г., Нестеров А.П. Оценка остаточной усталостной долговечности путем математического моделирования процессов повреждения. [Текст] / Г.А. Маковкин // «Промышленная безопасность – 2005». Сб. статей. исследование технического состояния зданий и сооружений в процессе экспертизы промбезопасности опасных производственных объектов. Н. Новгород: Изд. ННГАСУ, 2005. С.66-68.
3. Volkov I.A., Korotkikh Yu.G., Tarasov I.S., Shishulin D.N. Numerical modeling of elastoplastic deformation and damage accumulation in metals under low-cycle fatigue conditions // J. Strength of Materials. – 2011. – Vol. 43б, No. 4. – P. 471–485.
4. Казаков Д.А., Капустин С.А., Коротких Ю.Г. Моделирование процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций. [Текст] / Д.А. Казаков – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1994. – 225с.
5. Волков И.А., Коротких Ю.Г., Шишулин Д.Н. Экспериментальные методы определения материальных параметров теории пластического течения [Текст] / И.А. Волков // Прикладная механика и технология машиностроения: сб. науч. тр. / под ред. В.И. Ерофеева, С.И. Смирнова и Г.К. Сорокина – Н. Новгород: Интелсервис, 2010. – №2(17). – С. 189–203.
6. Большухин М.А. Зверев Д.Л., Кайдалов В.Б. Оценка долговечности конструктивных материалов при совместных процессах малоцикловой и многоцикловой усталости

[Текст] / М.А. Большухин // Проблемы прочности и пластичности: межвуз. сб. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2010. – №72. – С. 28–35.

7. V. Babich. Estimation of flexures of the reinforced concrete elements according to the National Ukrainian & European standards [Text] / V. Babich, V. Dovbenko, L. Kuzmych, T. Dovbenko // МАТЕС Web of Conferences. Vol. 116, 02005 (2017), DOI: 10.1051/mateconf/201711602005.

8. L. Kuzmych. Current state of tools and methods of control of deformations and mechanical stresses of complex technical systems [Text] / L. Kuzmych; O. Kobylanskyi; M. Duk. // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, Vol.10808, 2018, 108085J; doi:[10.1117/12.2501661](https://doi.org/10.1117/12.2501661)

9. L. Kuzmych, V. Kvasnikov. [The Method of Evaluation of the Resource of Complex Technical Objects, in Particular, Aviation](#) / Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries, Chapter 9 (pages 214-230). IGI Global Core Reference Title in Science & Engineering for 2019. <https://www.igi-global.com/book/handbook-research-artificial-intelligence-applications/232757>

10. Korobiichuk, I., Kuzmych, L., Kvasnikov, V. The system of the assessment of a residual resource of complex technical structures // MECHATRONICS 2019: Mechatronics 2019: Recent Advances Towards Industry 4.0. pp 350-357. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29993-4\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29993-4_43)

11. Кузьмич Л.В. Подходы к оценке ресурса технических объектов и систем [Текст] / Л.В. Кузьмич // Вестник Житомирского государственного технологического университета. Серия: Технические науки. - 2018. - Вып. №2 (82). - С. 204 - 207. DOI:[https://doi.org/10.26642/tn-2018-2\(82\)-204-207](https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-204-207)

## RESOURCE ASSESSMENT OF COMPLEX HYDRAULIC STRUCTURES

**Kuzmych L.<sup>1</sup>, Kuzmych S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences, Kyiv, Ukraine,*

<sup>2</sup>*National University of Water Resources and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine*

### **Abstract**

The article defines a list of tasks for assessing and justifying the resource of complex hydraulic structures, an approach to the analysis of the development of the resource depletion process based on the damage (failure) function is proposed.

The approach is proposed to assess the resource in low-cycle and high-cycle fatigue of the material of hydraulic structures under mechanical stress and creep, which is based on modeling the main physical stages of the development of the resource depletion process, the stages of initiation and propagation of microdamages throughout the structure of the structure until the formation of macroscopic cracks, their development and the achievement of critical sizes. Since the assessment is carried out on the basis of the damage function, in order to determine it, it is necessary to take into account the uncertainties arising from the variability of technological situations in which diagnoses are made.

**Key words:** construction, operation, resource, residual life, damage, failure, crack, fatigue.

## КҮРДЕЛІ КОНСТРУКЦИЯЛЫ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУ

Кузьмич Л.В.<sup>1</sup>, Кузьмич С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының су мәселелері және  
мелиорация институты, Киев, Украина,

<sup>2</sup>Су шаруашылығы және табиғатты пайдалану ұлттық университеті,  
Ровно, Украина

### Аңдатпа

Мақалада күрделі гидротехникалық құрылымдардың ресурстарын бағалауға және негіздеуге арналған тапсырмалардың тізбесі анықталған, бүліну (істен шығу) функциясы негізінде ресурстардың сарқылу үрдісінің дамуын талдау тәсілі ұсынылған.

Гидротехникалық құрылымдардың материалдарының механикалық кернеулер мен серпілістер кезінде төмен циклді және жоғары циклді қажуындағы ресурстарды бағалау әдісі ұсынылады, бұл ресурстардың сарқылу үрдісінің дамуының негізгі физикалық кезеңдерін, модельдеуге негізделген макроскопиялық жарықтар пайда болғанға дейін құрылымның микро зақымдануларының ядролануы және таралуы, олардың дамуы және критикалық өлшемдерге жетуі. Бағалау зақымдану функциясы негізінде жүргізілетіндіктен, оны анықтау үшін технологиялық жағдайлардың өзгергіштігінен туындайтын белгісіздіктерді ескеру қажет.

**Кілт сөздер:** құрылым, пайдалану, ресурс, қалдық ресурс, бүліну, істен шығу, шытынау, қажу.

УДК 631.6; 504.064 (075.8)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ НАНОСОВ И КОНСТРУКЦИЯ ПРОБООТБОРНИКА

Сейтасанов И.С., Онласын Ұ.Қ.

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы*

### Аннотация

В статье рассматривается проблема количественной оценки поступления наносов и транспортируемых совместно с ними загрязняющих веществ в реки и вследствие этого заиление и уменьшение мертвого объема водохранилищ, что является крайне актуальной в настоящее время и влияет на развитие орошаемого земледелия и обеспечение поливной воды орошаемых массивов, также приведена новая конструкция пробоотборника воды из водоемов для расчета твердого стока и заиления водохранилища.

**Ключевые слова:** взвешенные наносы, река, водохранилище, заиление, твердый сток, заиление, проба воды, анализ, пробоотборник, новая конструкция.

### Введение

Проблема количественной оценки поступления наносов и транспортируемых совместно с ними загрязняющих веществ в реки и вследствие этого заиление и уменьшение мертвого объема водохранилищ является крайне актуальной в настоящее время и влияет на развитие орошаемого земледелия и обеспечение поливной воды орошаемых массивов.

За последние десятилетия сделан качественный рывок как в развитии теории и моделирования процессов транспортировки наносов [1], так и в накоплении фактических

данных, полученных на основе детальных полевых исследований [2]. Тем не менее многофакторность данного процесса и его значительная пространственно-временная дискретность все еще не позволяют утверждать, что разработанные модели и имеющийся банк полевых данных охватывают практически все возможные ситуации [3].

Теория русловых процессов, моделирование процессов транспортировки наносов, в ее современном состоянии позволяет решать ряд проблем, возникающих при строительстве различных гидротехнических сооружений, возводимых в руслах и на поймах рек, тем самым экономя народному, хозяйству огромные средства. Однако интенсификация производства, в том числе и гидротехнического строительства, ставит перед учеными новые повышенные требования к качеству гидрологической информации и прогнозов, в особенности прогнозов русловых процессов и проведения расчетов твердого стока и мутности воды.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Наиболее актуальны расчеты твердого стока и мутности воды при решении следующих водохозяйственных и геоэкологических задач:

– заиливание водохранилищ; – нормирование сбросов сточных вод при оценке фоновой мутности водоприемника;

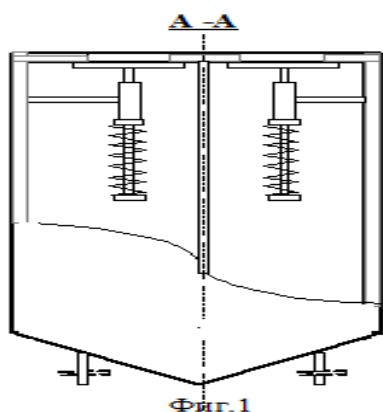
– проектирование водозаборов (здесь актуальны вопросы как размещения оголовков в пределах водного объекта, так и определение технических характеристик очистных фильтров водозабора);

– при оценке ущербов планируемых гидротехнических мероприятий в пределах водного объекта или на его водосборе (например, выемка донного грунта, б приводящая к увеличению мутности водного объекта и, как следствие, формирование неблагоприятной среды обитания для гидробионтов);

– при планировании или ведении рекреационной или рыбохозяйственной деятельности на водном объекте – при оценке вероятности наступления (опасного) неблагоприятного геоэкологического явления, связанного с повышенным твердым стоком.

При этом наиболее востребованы расчеты интенсивности заиливания водохранилищ, оценка статистических параметров распределения мутности воды, пространственно-временного распределения мутности в акватории, динамики переформирования дна водного объекта и так далее.

Существующая в настоящее время сеть наблюдений за гидрологическим режимом и показателями качества воды, а также система проведения наблюдений на отдельных водных объектах не могут в полной мере обеспечить достоверный для последующих обработки и анализа материал [4]. Причина этого состоит в редких и нерегулярных отборах проб, а также недостаточном количестве наблюдательных пунктов. Авторами предлагается для улучшения достоверности и анализа материала и повышения информации об объекте исследования отбор проб проводить на фиксированном створе одновременно на разных глубинах водоема с помощью предлагаемой конструкции пробоотборника и использовать расчетные методы для количественной оценки пространственно-временных закономерностей распространения потоков вещества



Фиг. 1

Предлагаемая конструкция пробоотборника является изобретением и относится к устройствам для взятия проб воды из рек, озер, водоемов, скважин и относится к области охраны окружающей среды и гидротехники.

Задачей изобретения является повышение надежности работы устройства, обеспечивающего взятие проб воды из разных горизонтов за один раз.

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в повышении надежности работы устройства и предотвращении вероятности дефекта и выхода из строя при транспортировке.

Указанный технический результат достигается тем



что в пробоотборнике, предназначенном для взятия проб воды, представляющем собой емкость цилиндроконической формы, разделенной на герметичные секции, в нижней части снабженные кранами для слива воды, а в верхней части секции выполнены входные отверстия, а закрывающие эти отверстия подпружиненные клапана установлены внутри цилиндроконического корпуса и имеют возможность вертикального перемещения по втулке, установленного соосно отверстию и зафиксированного к корпусу, что повышает надежность работы устройства и предотвращает вероятность дефекта и выхода из строя при транспортировке.

На **фигуре 1** представлена конструкция пробоотборника. Разрез А-А. На фиг.2 вид сверху пробоотборник состоит из цилиндроконического корпуса 1, разделенного на секции 2, с отверстиями 3, подпружиненных клапанов 4, кранов 5 для слива воды, втулки 6, установленного соосно отверстию 3 и зафиксированного к корпусу 1.

Подпружиненные клапаны 4 рассчитаны на определенное гидростатическое давление и открываются при достижении заданной глубины.

Принцип пользования пробоотборником следующий:

При опускании пробоотборника в водоем или скважину для взятия проб воды при достижении заданной глубины, пружина, рассчитанная на это гидростатическое давление воды, открывает клапан 4 и вода заполняет одно из секции 2 пробоотборника. После заполнения секции 2 водой давления снаружи и внутри секции 2 сравниваются и подпружиненный клапан 4 закрывает отверстие 3 перемещаясь по втулке 6. При опускании пробоотборника дальше последовательно открываются рассчитанные на заданные глубины следующие подпружиненные клапаны. После заполнения всех секции пробоотборник поднимают на поверхность и опорожняют при помощи сливных кранов 5.

Таким образом за один раз производится взятие проб воды из разных глубин, при этом обеспечивается надежность работы устройства и предотвращается вероятность дефекта и выхода из строя пробоотборника при транспортировке.

Осуществление технического решения производится применением известных материалов, элементов и технологии их изготовления, а гидравлический процесс, происходящий в пробоотборнике, подчиняется известным законам гидромеханики.

Конструкция пробоотборника может применяться для анализа состава воды как природной для количественной оценки поступления наносов и транспортируемых совместно с ними загрязняющих веществ в реки, так и сточной имеет решающее значение для выбора способа её очистки. Как известно, все вещества присутствующие в водах, можно разделить на взвешенные и растворённые. Количество взвешенных веществ  $R_m$ , которое река переносит в единицу времени, называется расходом взвешенных наносов и выражается в кг/с. Содержание взвешенных веществ в воде  $C_m$ , выражаемое в  $г/м^3$  ( $мг/дм^3$ ), называется мутностью и связано

с расходом взвешенных наносов соотношением

$$C_m = \frac{1000R_m}{Q} \quad (1)$$

где  $Q$  – расход воды,  $м^3 /с$  или  $т/с$ . Зависимость массы частиц  $m$ , переносимых водотоком, от скорости течения  $v$ , подчиняется закону Эри:  $m = Av^6$

где  $A$  – коэффициент пропорциональности. Общее содержание взвешенных веществ в речной воде также находится в прямой зависимости от скорости течения и расхода воды в реке. Основной причиной наличия взвешенных веществ в речных водах является эрозия русла и склонов. Величина эрозии зависит от сопротивления поверхности размыву и от энергии водотока  $E$ , которая на участке  $L$  может быть вычислена по формуле.

$$E = 1000 QH \quad (2)$$

где  $H$  – перепад высот для данного участка, м. В соответствии с этим эрозия более ярко выражена в гористых местностях и слабее на равнинах. В связи с сезонными изменениями речного стока распределение переносимых речной водой взвешенных веществ в течение года неравномерно.

#### **Выводы**

1. Было выявлено, что существующая в настоящее время сеть наблюдений за гидрологическим режимом и показателями качества воды, а также система проведения наблюдений на отдельных водных объектах не могут в полной мере обеспечить достоверный для последующих обработки и анализа материал

2. Предложено внедрить к применению при расчете заиления водохранилищ, определения твердого стока новую конструкцию пробоотборника, позволяющего взятие проб воды из разных горизонтов за один раз.

#### **Список литературы**

1. Bracken et al., 2013; Cavalli et al., 2017; Vigiak et al., 2012 г.
2. Berger, McArdell, Schlunegger, 2011; Mao et al., 2009 г.; Messenzehl, Hoffmann, Dikau, 2014
3. Fryirs, 2013; Wainwright, 2006 г.
4. Акиянова Фролова и др. «Гидрометеорология и экология» 2014 г.
5. Алтунин В.С., Белавцева Т.М. Приборы и устройства в гидромелиорации М.: Агропромиздат, 1989 г.
6. Пробоотборник. Предварительный патент №11039 кл. E21B 49/08 Опубликовано 14.12.2001 бюлл. №12.

#### **ШӨГІНДІЛЕРДІ ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ СУ СЫНАМАЛАРЫН АЛҒЫШТЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫ**

**Сейтасанов И.С., Онласын Ұ.Қ.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ.*

#### **Андатпа**

Мақалада өзендердегі тасымалданатын шөгінділер мен ластаушы заттардың ағымын сандық бағалау проблемасы және шөгінділерге байланысты қазіргі уақытта өте өзекті болып табылатын және суармалы егіншілік алқаптарын сумен қамтамасыз етуіне, су қоймасының өлі көлемінің азаюына әсер тигізетіндігі қарастырылған және сонымен қатар су қоймасының лайлануын есептеуге арналған су сынамаасының жаңа конструкциясы келтірілген.

**Кілт сөздер:** тасымалданатын шөгінділер, өзен, су қоймасы, қатты ағын, лайлану, су сынамаасы, сараптама, сынамаалғыш, жаңа конструкциясы.

#### **MODELING OF SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES AND SAMPLER DESIGN**

**Seytasanov I.S., Onlasyn U.K.**

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

#### **Abstract**

The article deals with the problem of quantifying the inflow of sediments and pollutants transported together with them into rivers and, as a result, siltation and reduction of the dead volume of reservoirs, which is extremely relevant at the present time and affects the development of

irrigated agriculture and the provision of irrigation water for irrigated massifs, as well as a new design of a water sampler from reservoirs for calculating solid runoff and siltation of reservoirs.

**Keywords:** suspended sediments, river, reservoir, siltation, solid runoff, siltation, water sample, analysis, sampler, new design.

УДК: 622.79:622.7-17

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКИ КАТЕГОРИИ РИСКА СЕЛЕВОДОХРАНИЛИЩ, ИХ НАДЕЖНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Янгиев А.А., Аджимуратов Д.С., Панжиев Ш., Азизов Ш.**

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства*

### **Аннотация**

Статья посвящена анализу растущего числа чрезвычайных ситуаций, связанных с глобальным изменением климата, и, как следствие этого процесса, увеличения количества внезапных наводнений и селей в течение последних лет. Проводились натурные исследования по выявлению и оценка селевых потоков для предгорных селе-водохранилищ. Дается оценка категории риска аварий для Лангарского, Кызылсувского и Калкаминского селе-водохранилищ по существующим материалам Конгресса по большим плотинам, что в настоящее время в Республике отсутствуют нормы оценки категории риска водохранилищных гидроузлов. Кроме того, приводятся основные проблемы по безопасности и рекомендации по улучшению эксплуатации водохранилищных гидроузлов.

**Ключевые слова:** паводки, трансграничные реки, опасные природные явления, максимальные расходы, безопасность, категории риска, селе-водохранилище, гидроузел, эксплуатация.

### **Введение**

Чрезвычайные ситуации природного характера в последние десятилетия на территории в Республики Узбекистан наметилась тенденция к их росту: регулярными становятся наводнения, сели, и другие опасные природные явления, связанные с водой. Результаты данного исследования показывают, что частота повторяемости опасных природных явлений по мере усиления последствий глобального изменения климата учащаются. В регионе с 2015 года количество селевых наводнений стремительно растет. Такие потоки за короткие периоды, исчисляемые десятками минут или несколькими часами, разрушают мосты, дороги, заваливают своими выносами каналы, поля и другие обрабатываемые земли. Сели угрожают населенным пунктам, расположенные в предгорных и горных районах нашей республики [1,2,3,4].

Селевым потоком называется временный горный русловой поток, характеризующийся высоким содержанием твердого материала и резким подъемом уровня. Селевой поток, как правила, состоит из воды и продуктов разрушения горных пород и характеризуется внезапным возникновением и быстрым и кратковременным движением [5,6,7].

Для формирования селей необходимы три условия:

- Наличие на склонах и в руслах достаточного количества продуктов разрушения горных пород;
- наличие достаточного количества воды для смыва или сноса и перемещения по руслам рыхлообломочного материала;
- сильно расчлененный горный рельеф, наличие крутых уклонов, склонов и русел;

### Методика исследований

В статье были использованы материалы эксплуатации и натуральных исследований по повторяемости опасных природных явлений малых предгорных рек Узбекистана.

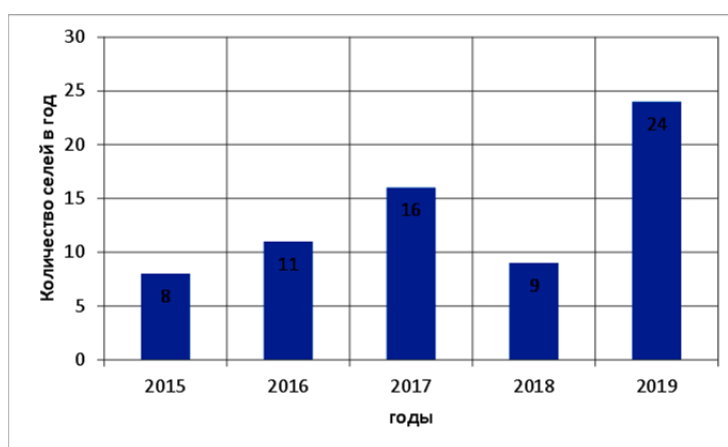
### Полученные результаты и их обсуждение

Селевые паводки широко распространены по всей горной и предгорной части Узбекистана и часто носят трансграничный характер, так как большинство селевых паводков формируется на территории сопредельных государств – Кыргызстана и Таджикистана [8,9,10].

В Кашкадарьинской области крупными селевыми очагами являются бассейны реки Кашкадарья, Гузардарья, Танхизыдарья, Яккабагдарья также и предгорных регионов области [11,12,13].

Все реки Кашкадарьинской области разделяются на две категории:

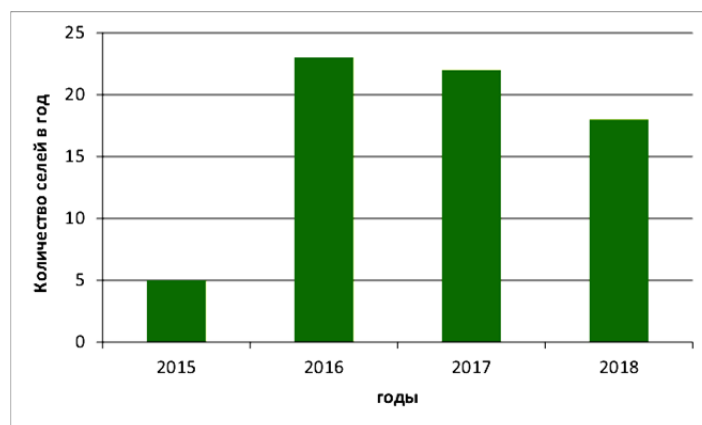
- реки, имеющие постоянный сток воды в течение всего года;
- временные селеносные водотоки, действующие периодически, часто только в период ливневых осадков.



**Рисунок 1** - Количество селевых паводков за 2015-2019 гг.

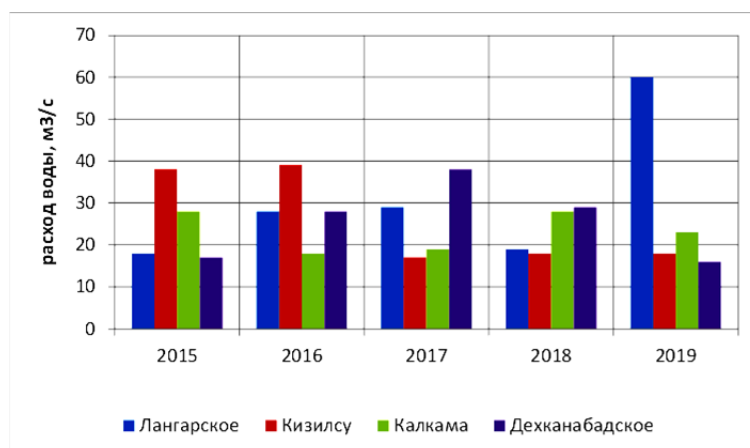
Мониторинг селевых паводков за 2015-2018 годы в Наманганской области показал, что за этот период зарегистрировано 95 селевых явлений:

- за 2015г. -30, из них наибольшее в июне месяце -5;
- за 2016г. -9, из них наибольшее в мае месяце -23;
- за 2017г. -34, из них наибольшее в мае месяце -22;
- за 2018г. -22, из них наибольшее в июне месяце -18.



**Рисунок 2** - Количество селевых паводков за 2015-2018 гг.

Селевые паводки наблюдаются в период с марта по август месяцы. Наибольшая их повторяемость имеет место в апреле-мае. Сели вызываются в основном дождями ливневого характера и формируются в районах с максимальным количеством осадков.



**Рисунок 3** – Максимальные расходы воды при селевых паводках в бассейне реки Кашкадарьи

Как показывает **рисунок 3**, что с каждым годом наблюдается увеличение максимальных расходов воды в притоках реки Кашкадарьи. Особенно в 2019 году в реке Лангарсай максимальный расход увеличился в 3 раза относительно предыдущие годы [14,15,16].

В таблицах приводятся оценки норм категории риска безопасности исследованных селе-водохранилищ предложенных в 72-м бюллетене Конгресса Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD 72).

**Таблица 1** – Факторы классификации и баллы оценки безопасности гидротехнических сооружений

Факторы как основа для классификации				
Факторы классификации				
Объем, (млн.м <sup>3</sup> )	>120	120-1	1-0,1	<0,1
	(6)	(4)	(2)	(0)
Высота плотины, (м)	>45	45-30	30-15	<15
	(6)	(4)	(2)	(0)
Эвакуация населения (количество человек)	>1000	1000-100	100-1	-
	(12)	(8)	(4)	(0)
Потенциальный ущерб в нижнем бьефе	высокий	средний	низкий	-
	(12)	(8)	(4)	(0)

Исходя из характеристик селе-водохранилищ, баллы исследованных селе-водохранилищ, определенные в соответствии с рекомендациями Конгресса, приобретают следующий вид в соответствии с таблицами 2, 3 и 4.

**Таблица 2** – Параметры и баллы Калкаминского селе-водохранилища

№	Параметры	Показатель	Баллы
1	Объем, (млн.м <sup>3</sup> )	12	4
2	Высота плотины, (м)	21	2
3	Эвакуация населения (количество человек)	>1000	12
4	Потенциальный ущерб в нижнем бьефе	средний	8
Итого			26

**Таблица 3 – Параметры и баллы Кизилсувского селе-водохранилища**

№	Параметры	Показатель	Баллы
1	Объем, (млн.м <sup>3</sup> )	20,4	4
2	Высота плотины, (м)	56	6
3	Эвакуация населения (количество человек)	>1000	12
4	Потенциальный ущерб в нижнем бьефе	средний	8
Итого			30

**Таблица 4 – Параметры и баллы Лангарского селе-водохранилища**

№	Параметры	Показатель	Баллы
1	Объем, (млн.м <sup>3</sup> )	7,35	4
2	Высота плотины, (м)	34	4
3	Эвакуация населения (количество человек)	>1000	12
4	Потенциальный ущерб в нижнем бьефе	средний	8
Итого			28

**Таблица 5 – Определение категории селе-водохранилища**

Сумма факторов классификации	Селе-водохранилище
(0 – 6)	I
(7 – 18)	II
(19 – 30)	III
(31 – 36)	IV

Определено, что селе-водохранилища в Кашкадарьинской области, т.е. Калкаминское, Кызылсувское и Лангарское по методике оценки безопасности гидротехнических сооружений, предложенной в бюллетене 72 (ICOLD 72), относятся к III категории.

Рекомендации по оценке безопасности селе-водохранилищ.

1. Селе-водохранилища считаются в **рабочем (нормальном) состоянии** (или техническое состояние надежным и исправным) при наличии следующих показателей [17,18,19,20]:

- Сооружения имеют максимальную (катастрофическую) пропускную способность по проекту, не имеют повреждений, трещин, осадки;

- плотины должны выдерживать давление воды (напор), предусмотренный в проекте, отсутствие признаков повреждений, набухания (вспучивания) креплений напорных откосов, признаков повреждений безнапорных откосов, утечки воды через тело плотины на безнапорный откос;

- отсутствие в верхнем бьефе подпора, в нижнем и верхнем бьефах отсутствие размыва и заиления при минимальных и максимальных (катастрофический) расходах воды;

- примыкания русел подводящих и отводящих каналов к сооружению не должны быть повреждены, крепления сооружений на примыканиях к руслу не повреждены при пропуске максимальных расходов воды (без заиления без размыва русел);

- отсутствие повреждений гидромеханических оборудовании (затворы, их подъемники и т.д.) не подверженность коррозии, загнивали, не деформированность стыков, водонепроницаемость, подъемники смазаны быстро управляемые.

2. Безопасность селе-водохранилища считается в **пониженном состоянии** при возникновении следующих показателей:

- плотины могут выдерживать давление воды (напор), предусмотренное в проекте, крепление напорных откосов и швы повреждены, набухают, крепление безнапорных откосов повреждено, наблюдаются признаки утечки воды в откосах;

- русла подводящих и отводящих каналов размывы и заилены, крепления плотины на примыканиях к руслу повреждены, но примыкания к сооружению могут быть не повреждены;

- гидромеханическое оборудование (затворы, их подъемники и т.д.) немного подвержены коррозии, повреждены уплотнения стыков, подъемники не смазаны;

3. Безопасность селе-водохранилища считается *неудовлетворительной* при наличии следующих показателей:

- сооружения не имеют максимальной (катастрофической) пропускной способности по проекту, имеют повреждения, трещины, осадки, водосбросные, водоспускные водовыпускные сооружения и засорены льдом, шугой;

- плотины должны выдержать давление воды (напор), предусмотренный в проекте, крепление напорных откосов повреждено, набухает, крепление безнапорных откосов повреждено, наблюдаются признаки утечки воды в откосах, откос в мокром состоянии, имеются признаки трещин и грифоны, имеются коррозии в бетонных частях сооружений;

- в верхнем бьефе наблюдается подпор, в нижнем и верхнем бьефах наблюдается размыв и заиления при минимальных и максимальных (катастрофический) расходах воды;

4. Безопасность селе-водохранилища считается в *критическом состоянии* при наличии следующих показателей:

- снижение прочности и долговечности конструкций и их оснований, степень безопасности водохранилищ связанная с переходом от частичной неработоспособности к полной в результате превышения допустимых критериев безопасности;

- граничное условие, когда определяющим является прекращение ресурса сооружений водохранилища с точки зрения недопущения эксплуатации сооружений в соответствии с его функцией.

### **Выводы**

1. В последние годы наиболее остро ощущается глобальное изменение климата на земной поверхности, которое отражается и на изменении климата и в нашем регионе.

2. Проводились натурные исследования по выявлению и оценка селевых потоков для предгорных селе-водохранилищ. Полученные нами результаты показывают прямую связь повышением количество селевых наводнений и глобального изменения климата. Наблюдались увеличения максимальных расходов воды в притоках реки Кашкадарьи. Особенно в 2019 году в реке Лангарсай максимальный расход селевых потоков увеличился в 3 раза относительно предыдущие годы.

3. Необходимо проведения эффективных комплексов противоселевых мероприятий, в первую очередь профилактических, предупредительных, и создания служб предупреждения селевой опасности.

4. Разработаны основные факторы, влияющие на оценку категорий безопасности селе-водохранилищ и рекомендации по повышению безопасности селе-водохранилищ.

5. Проведены натурные обследования и изучено технические состояния эксплуатируемых Калкаминской, Кызылсувской, Лангарской селе-водохранилищ. Категории риска вышеуказанных селе-водохранилищ оценивались по балльной системе. По методике оценки безопасности гидротехнических сооружений Конгресса Международной комиссии по большим плотинам, предложенной в бюллетене 72 (ICOLD 72), селе-водохранилища относятся к III категории.

### **Список литературы**

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Гидрометеиздат, Л.: 1970, 443 с.
2. Асарин А.Е., Семенов В.М., Расчетные паводки и безопасность плотин // Гидротехническое строительство. 1992, №8. С. 55-57.
3. Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений».

4. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Гидрометеоздат, Л.: 1987, 248 с.
5. Гуломов П.Н., Вахобов Х., Баротов П., Маматкулов М. «Физическая география Узбекистана и Центральной Азии», Издательско-полиграфический творческий дом «O'qituvchi», Ташкент - 2013. - 160 с.
6. Дергачева И. Проблемы прогнозирования и предупреждения трансграничных речных паводков в горных и предгорных районах Узбекистана. НИИГМ, Узгидромет. - 2009.
7. Положения «О централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений в Республике Узбекистан» от 03.10.2001 г. №03-4-245.
8. Малик Л.К., Чрезвычайные ситуации, связанные с гидротехническим строительством // Гидротехническое строительство. 2009, №12. С. 1-16.
9. Мирцхулава Ц.Е., «Надёжность гидромелиоративных сооружений» - М, 1974.
10. Мухаммедов А.М. Эксплуатация низконапорных гидроузлов на реках, транспортирующих наносы (на примере Средней Азии). Фан. Ташкент, 1976, с. 237.
11. Справочник проекторовишка. Гидротехнические сооружения. Под ред. Недриги В.П.-МСтройзодот. 1983 г.
12. Солиев Е.А. Изменение расхода воды реки Говасай // История географии - воспоминания и ценность: материалы республиканской научно-исследовательской конференции. - г. Наманган: НГУ, 2005 - .43-45 с.
13. Соколовский Д.Л. Речной ручей. Теоретические основы и методы оценки. Руководство. - Ленинград: Изд-во Гидрометеорологии, 1968. - С. 538
14. Шульц В.Л. Реки Центральной Азии. - Ленинград: Изд-во Гидрометеорологии, 1965. - С.691.
15. Янгиев А., Гаппаров Ф., Аджимуратов Д.. Исследование фильтрации в теле грунтовой плотины и её химическое влияние на пьезометры, Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya» №3, Ташкент, 2019
16. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. – Москва, «Недра», 1970, С. 488.
17. Yangiev A.A., Gapparov F.A., Adjimuratov D.S. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
18. Yangiev A.A., Ashrabov A., Muratov O.A. Life prediction for spillway facility sidewall. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
19. Yangiev, A.A., Bakiev, M.R., Muratov, O.A., Choriev, J.M., Djabbarova, S. Service life of hydraulic structure reinforced concrete elements according to protective layer carbonization criteria Journal of Physics: Conference Series 1425(1).
20. Joldassov, S.K., Sarbassova, G.A., Bekmuratov, M.M., Zholamanov, N.Z., Yangiev, A.A. New structures of sediment exclusion works. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences 6(438). 2019. Pp. 184-189.

#### RECOMMENDATIONS FOR ASSESSING THE RISK CATEGORY OF FLOOD RESERVOIRS, THEIR RELIABLE AND SAFE OPERATION

**Yangiev A.A., Adjimuratov D.S., Panjiev Sh.S., Azizov Sh.**

*Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers*

##### **Abstract**

The article analyses the growing number of emergencies related to global climate change, and, as a result of this process, the increase in the number of floods and mudslides (mudflows) in recent years. Field studies were carried out to identify and evaluate mudflows for foothill flood reservoirs. An assessment of the risk category of accidents for the Langar, Kyzylsuv and Kalkama



flood-reservoirs is given based on the existing materials of the Congress on large dams, that at present there are no norms for assessing the risk category of reservoir hydroelectric complexes in the Republic. In addition, the main safety problems and recommendations for improving the operation of reservoir hydroelectric complexes are presented.

**Key words:** floods, transboundary rivers, natural hazards, maximum expenses, safety, risk categories, flood reservoir, hydroelectric complexes, operation.

## АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТӘУЕКЕЛ САНАТЫН БАҒАЛАУ, ОЛАРДЫ СЕНІМДІ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗ ПАЙДАЛАНУ ЖӨНІНДЕГІ ҰСЫНЫСТАР

**Янгиев А.А., Аджимуратов Д.С., Панжиев Ш., Азизов Ш.**

*Ташкент ауылшаруашылығын механикаландыру және ирригация инженерлері институты  
Ташкент, Өзбекстан*

### **Аңдатпа**

Мақала жаһандық климаттың өзгеруіне байланысты төтенше жағдайлардың көбеюін және осы процестің нәтижесінде соңғы жылдары су тасқыны мен селдің көбеюін талдауға арналған. Тау бөктеріндегі ауыл-су қоймалары үшін сел ағындарын анықтау және бағалау бойынша табиғи зерттеулер жүргізілді.

Қазіргі уақытта Республикада су қоймаларының қауіп-қатер санатын бағалау нормалары жоқ деген Конгрестің қолданыстағы материалдарымен үлкен бөгеттер бойынша Лангар, Қызылсу және Қалқаман ауылдық су қоймалары үшін авариялар қатерінің санатына баға беріледі. Бұдан басқа, қауіпсіздік бойынша негізгі проблемалар және су қоймаларының су тораптарын пайдалануды жақсарту бойынша ұсыныстар келтіріледі.

**Кілт сөздер:** су тасқыны, трансшекаралық өзендер, қауіпті табиғи құбылыстар, максималды шығындар, қауіпсіздік, тәуекел санаттары, ауыл-су қоймасы, су торабы, пайдалану.

**УДК 574.21**

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Калыбекова Е., Сейтасанов И., Онласын У.**

*Казахский национальный аграрный университет*

### **Аннотация**

Состояние природной среды является одним из наиболее существенных факторов, формирующих здоровье человека. По оценкам отечественных и зарубежных специалистов, оно на 20-40% зависит от состояния окружающей среды, на 15-20% - от наследственных генетических факторов, на 25-50%- от образа жизни и на 10%- от деятельности служб здравоохранения.

Конечно, эти оценки различны для различных регионов, для сфер деятельности человека, вида отклонения здоровья или вида болезни: например, онкологические заболевания на 80% определяются факторами окружающей среды, а детские патологии на 30%-генетическими факторами.

Специалисты рассматривают две формы здоровья: индивидуальное и популяционное, то есть здоровье социально-демографических групп. Здоровье нации рассматривается как сохранение и развитие биологических, физиологических и психологических функций

человека, оптимальной трудоспособности и социальной активности при наибольшей продолжительности жизни.

**Ключевые слова:** индекс загрязнения воды, предельно допустимая концентрация, окружающая среда, истощение водных ресурсов, антропогенное воздействие, интегральный показатель.

### **Введение**

В настоящее время доказано, что неблагоприятная экологическая ситуация является во многих случаях непосредственной причиной нарушения состояния здоровья человека. Наиболее изучено в этом плане воздействие химических факторов среды, а так же биологических факторов.

Человеческий организм представляет открытую биологическую систему, находящуюся в тесном взаимодействии с окружающей его средой, из которой по цепочке воздух-вода-почва-пища, он получает все необходимое для своего существования. Организм человека забирает из окружающей среды около 80 элементов, необходимых для построения живых клеток, гормонов, ферментов для поддержания нормального хода поддержания обмена веществ.

Из всех стран Центрально-Азиатского региона Казахстан на большинстве трансграничных реках (Сырдарья, Шу. Талас, Жаик, Иле, Эмель) является замыкающей стороной. Такое положение в использовании водных ресурсов накладывает свой отпечаток в речной экосистеме. Вдобавок собственному загрязнению водотоков, в результате хозяйственной деятельности накладывается трансграничное загрязнение с транзитным стоком из территории сопредельных государств. Если учесть трагедию Аральского моря в совокупности с загрязнением поверхностного стока, становится понятным неутешительное положение с состоянием экосистемы речных долин с использованием водных ресурсов.

### **Методика и материалы исследований**

На сегодняшний день нормативными документами [1] для оценки качества водных ресурсов рекомендованы критерии ПДК и ИЗВ. Например, оценку состояния качества водных ресурсов определяют при помощи показателя приведенной концентрации примесей в воде [2]:

$$X_i = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где:  $G_i$  - фактическая концентрация  $i$ -ой примеси в воде;  
 $ПДК_i$  - предельно-допустимая концентрация  $i$ -ой примеси в воде;  
 $n$  - количество учитываемых веществ.

Нормативным показателем по оценке качества воды в водоеме является индекс загрязнения воды (ИЗВ) [1], который определяется, как:

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^{n=6} C_i / ПДК_i}{n}, \quad (2)$$

где: ИЗВ – индекс загрязнения воды;

$C_i$  – наблюдаемая концентрация воды  $i$ -го вещества в воде, мг/л;

$ПДК_i$  – предельно – допустимая концентрация  $i$ -го вещества в воде, мг/л;

$n$  - количество учитываемых веществ для оценки качества воды (в поверхностных водах принимается равным шести).

В соответствии с правилами гидрометеорологии индекс загрязненности вод предлагается определять по каждой условной группе объединения в отдельности, как [3]:

$$ИЗВ_j = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} / ПДК_{ij}}{n}, \quad (3)$$

где: ИЗВ<sub>j</sub> – индекс загрязненности вод по j-ой группе;

C<sub>ij</sub> – наблюдаемая концентрация воды i-го вещества в воде, по j-ой группе, мг/л;

ПДК<sub>ij</sub> – предельно-допустимая концентрация i-го вещества в воде, по j-ой группе, мг/л;

n – количество ингредиентов в по j-ой группе.

В настоящее время, общей для всех составляющих природной среды является приведенная концентрация примесей типа:

$$R_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^b G_i / ПДК_i, \quad (4)$$

где: R<sub>cp</sub> – приведенная средняя концентрация примесей в воде, либо в атмосферном воздухе или в почвенном покрове;

G<sub>i</sub> – фактическая концентрация i-примеси в среде;

ПДК<sub>i</sub> – предельно – допустимая концентрация i-ой примеси в воде.

Однако анализ показывает, что применяемые критерии не в полной мере отражают фактический уровень загрязнения природной среды. Так, если в качестве критерия принять ПДК, то при загрязнении природной среды некоторым количеством примесей, не ясно какой из них надо будет принять в качестве критического. Кроме того, критерий ПДК имеет ряд других недостатков (не учитывает возможность перехода веществ из одной среды в другую, возможность вступления их между собой в реакцию, не учитывает кумулятивный эффект и т.д.). Если применять показатели типа ИЗВ, то для анализа используются всего 5-6 веществ. Причем, определяется среднее их значение, что также не отражает истинное состояние качества природной среды.

Казалось бы, что наиболее достоверным критерием является приведенная концентрация примесей. Но и он не лишен недостатков. Во-первых, при его определении находится среднеарифметическое значение, то есть уровень загрязнения существенно снижется. Во-вторых, рекомендуемый показатель работает только для случаев, когда анализируются ингредиенты, количественные показатели, которых лимитированы по принципу «не более». Как быть в тех случаях, когда анализируются ингредиенты, количественные показатели которых лимитируются по принципу «не менее». С другой стороны, определение их среднеарифметического значения несколько уменьшает фактическое загрязнение. Это может создать, впечатление о том, что в данном регионе относительно благополучное состояние окружающей среды.

Загрязнение водных ресурсов, определяемое по зависимости (4), удачно характеризует состояние качества водных ресурсов в водоеме при загрязнении их ингредиентами, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более» и ни в коей мере не отражают состояние качества водных ресурсов, если сюда включать ингредиенты, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее».

Поэтому, для оценки качества воды в случаях, когда количественные показатели ингредиентов, лимитируются по принципу «не менее», показатели загрязнения нужно определять, как [4]:

$$X_{ij} = \frac{G_i}{ПДК_i}, \quad (5)$$

Тогда, чтобы привести уровень загрязнения водных ресурсов к единому общему сопоставимому виду, как в случаях, когда количественные показатели ингредиентов,

лимитированных по принципу «не менее» с количественными показателями ингредиентов, лимитированных по принципу «не более» можно воспользоваться [4]:

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^n X_i + \lambda \sum_{j=1}^k X_{1j}, \quad (6)$$

где  $\Phi_3$  - общий показатель загрязнения окружающей среды;  $X_i$  - показатель уровня загрязнения окружающей среды по  $i$  - му ингредиенту;  $n$  - количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более»;  $X_{1j}$  - показатель уровня загрязнения окружающей среды по  $j$  - му ингредиенту;  $k$  - количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее»;  $\lambda$  - коэффициент, учитывающий приведение к сопоставимому виду ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее» с ингредиентами, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более» (ориентировочно  $\lambda = 2 \dots 10$ ).

В то же время, загрязнение и истощение водных ресурсов оказывают влияние и на загрязнение других видов природных ресурсов. Отсюда можно сделать вывод, что надо разработать мероприятия по улучшению состояния окружающей среды, для чего, в первую очередь, необходимо оценить состояние окружающей среды.

#### **Обсуждение результатов исследований**

Для учета влияния качества водных ресурсов на окружающую среду необходимо разработать усовершенствованный интегральный показатель по количественному учету загрязнения окружающей среды, с учетом социальных и экономических условий в рассматриваемой территории. Причем, этот показатель должен учитывать ухудшение состояния или загрязнения всех видов природных ресурсов (водных ресурсов, атмосферного воздуха, растительного, животного мира и других), ухудшение социальных условий жизни населения, а также состояние экономических и народнохозяйственных показателей региона.

Иначе говоря, для детальной оценки состояния окружающей среды необходимо ввести новый критерий. Поэтому нами предложен интегральный показатель, основанный на суммировании уровня загрязнения по всем ингредиентам, так называемый, индекс загрязнения окружающей среды (ИЗОС), который предлагается определять, как:

$$ИЗОС = (ИИВ + ИЗВ) + ИЗА + (0,2-0,5) ИЗП, \quad (7)$$

где: *ИИВ* – индекс истощения водных ресурсов;

*ИЗВ* – индекс загрязнения воздуха;

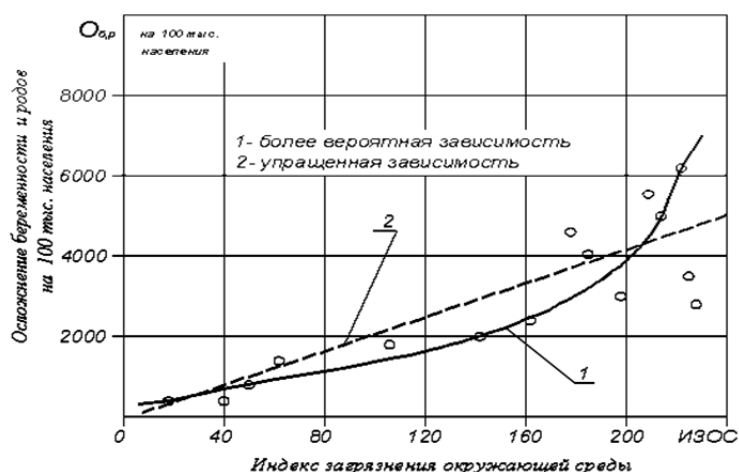
*ИЗА* - индекс загрязнения атмосферы;

*ИЗП* – индекс загрязнения почвы.

Для назначения природоохранных мероприятий по улучшению экологической обстановки нами была найдена зависимость между показателем ИЗОС и социальными и экономическими условиями в регионе.

Первый показатель, который был взят для анализа - это осложнение беременности, родов и послеродового периода на 100 тыс. населения в г. Алматы и Алматинская области.

На рисунке 1 показана зависимость осложнения беременности, родов и послеродового периода, на 100 000 населения. Откуда видно, что с повышением уровня загрязнения окружающей среды, почти синхронно повышаются, как осложнения беременности, родов и послеродового периода, так и заболевания населения в тыс. человек с впервые установленным диагнозом.

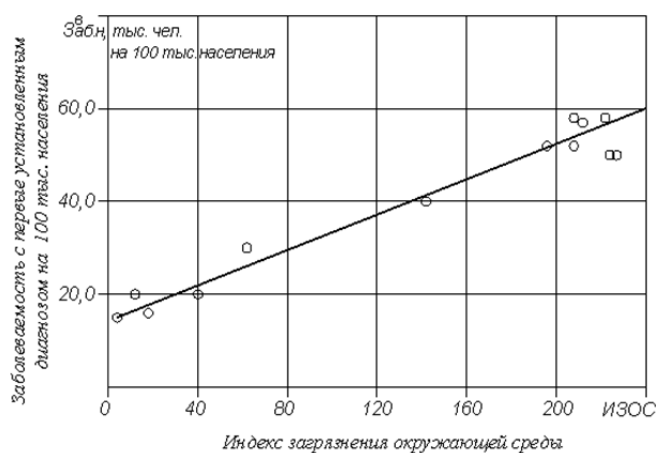


**Рисунок 1** – Осложнение беременности и родов на 100 тыс. населения от индекса загрязнения окружающей среды

Динамика изменения уровня загрязнения составляющих окружающей среды (атмосферного воздуха, уровня истощения и уровня загрязнения водных ресурсов и почвенного покрова) по

Алматинской области показывает, что с уровнем развития общества состояние всех этих составляющих существенно ухудшилось, рисунок 2.

**Рисунок 2** – Зависимость заболеваемости населения с первые установленным диагнозом тыс. человек на 100 тыс. населения от индекса загрязнения окружающей среды<sup>7</sup>



Причем, самые существенные воздействия сказались на состоянии атмосферного воздуха. Общий уровень загрязнения атмосферного воздуха повысился от 8,0 в 1940 годы до 180,0 в 2018 году. То есть, ухудшение состояние атмосферного воздуха в настоящее время по сравнению с 1940 годом составило более 22 раз, а по сравнению с с 1970 годом в 4,5 раза. Наибольшее истощение водных ресурсов характерно 1990 годам, когда его уровень составил порядка 12,0 единиц, а это по сравнению с 1940 годом больше в 40 раз. В то же время, необходимо отметить, что в Алматинской области уровень использования водных ресурсов рек в отраслях экономики, относительно ниже (почти на порядок), чем в южных регионах РК. Наибольшее загрязнение водных ресурсов характерно 1990 и 1995 годам, когда его уровень составил порядка 50,0 – 57,0 единиц и это по сравнению с 1940 годом больше в 17-19 раз.

### Выводы

Создавшаяся напряженная водохозяйственная обстановка в водохозяйственных районах требует разработки концепции рационального и экономного использования местных и суммарных водных ресурсов Казахстана, которая, в свою очередь, требует разработки новых обобщенных критериев оценки загрязнения окружающей среды.

Уровень загрязнения, как водных ресурсов, так и атмосферного воздуха представлен в официальных документах в ПДК, а также в ИЗА и ИЗВ. Эти показатели являются как среднее из пяти веществ наиболее загрязненных для атмосферного воздуха и соответственно из шести веществ для поверхностных водных ресурсов. Для экологов, в том числе для общества, необходимо знать, фактический уровень загрязнения окружающей среды. Вышеуказанные показатели показывают среднеарифметическое значение.

## Список литературы

1. Методические указания по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - М., 1988. - 287 с.
2. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф., Экономика и качество окружающей среды. – Л. Гидрометеиздат, 1984.-191 с.
3. Бурлибаев М.Ж. и др. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / М.Ж. Бурлибаев, Ж.Н. Байманов, Е.А. Тажмагамбетов.- Алматы: Изд. «Гылым», 2007.- 96 с.
4. Заурбек А.К., Калыбекова Е.М., Заурбекова Ж.А., Ким В.В. Критерий оценки загрязнения водных объектов // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати «Природопользование и проблемы антропосферы». – Тараз, 2007.- №1.- С. 155-159.

### СУ САПАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ МӘСЕЛЕСІНЕ

**Калыбекова Е., Сейтасанов И., Онласын У.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті*

#### **Андатпа**

Табиғи ортаның жай-күйі адам денсаулығын қалыптастыратын ең маңызды факторлардың бірі болып табылады. Отандық және шетелдік мамандардың бағалауы бойынша ол қоршаған ортаның жағдайына 20-40% - ға, тұқым қуалайтын генетикалық факторларға 15-20% - ға, өмір салтына 25-50% - ға және денсаулық сақтау қызметтерінің қызметіне 10% - ға байланысты.

Су ресурстарының, сондай-ақ атмосфералық ауаның ластану деңгейі ресми құжаттарда ШРШ, сондай-ақ Ажа және ТЖ ұсынылған. Бұл көрсеткіштер атмосфералық ауа үшін ең ластанған бес заттардың орташа және тиісінше жер үсті су ресурстары үшін алты заттардың бірі болып табылады. Экологтар үшін, оның ішінде қоғам үшін қоршаған ортаның нақты ластану деңгейін білу қажет. Жоғарыда көрсетілген көрсеткіштер орта арифметикалық мәнді көрсетеді.

**Кілт сөздер:** судың ластану индексы, шекті рауал концентрация, қоршаған орта, су ресурстарының сарқылуы, антропогендік әсер, интегралдық көрсеткіш.

### THE ISSUE OF THE ASSESSMENT WATER QUANTITY'S INFLUENCE TO THE NATURE

**Kalybekova E., Seytasanov I., Onlasyn U.**

*Kazakh National Agrarian Research University*

#### **Abstract**

The state of the environment is one of the most significant factors shaping human health. According to estimates of domestic and foreign experts, it depends on the state of the environment by 20–40%, by 15–20% on hereditary genetic factors, 25–50% on lifestyle, and 10% on the activities of health services. The pollution level of both water resources and atmospheric air is presented in official documents in MPC, as well as in IZA and IZV. These indicators are the average of five substances most polluted for atmospheric air and, accordingly, of six substances for surface water resources. For ecologists, including society, you need to know the actual level of environmental pollution. The above indicators show the arithmetic mean value.

**Key words:** water pollution index, maximum permissible concentration, environment, depletion of water resources, anthropogenic impact, integral indicator.

УДК: 631.587:628.37

**ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Гриценко Н.В., Кудайбергенова И.Р., Жанатов А.К., Мамучев Р.А.**

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», г. Тараз*

**Аннотация**

Значительный дефицит водных ресурсов в мире, который со временем будет углубляться, концентрирует усилия исследователей в направлении поиска путей рационального использования и воспроизводства водных ресурсов. В статье рассматриваются актуальные вопросы рационального использования и воспроизводства водных ресурсов. На наш взгляд, в обеспечении экономической устойчивости орошаемого земледелия необходимо решение следующих вопросов: внедрение экологически чистых и экономически эффективных сельскохозяйственных технологий на орошаемых землях; внедрение экономически устойчивых ресурсосберегающих, прежде всего водосберегающих технологий; диверсификация сельскохозяйственного производства на орошаемых землях; эффективность использования ресурсов и другие. В работе описываются существующие проблемные вопросы обеспечения экономической устойчивости и обосновываются меры по их совершенствованию.

**Ключевые слова:** экономика водного хозяйства, проблемы водопользования, орошаемое земледелие.

**Введение**

Современный этап развития сельскохозяйственного производства в странах мира характеризуется повышенным интересом к вопросам рационального использования природных ресурсов, в том числе водных и охраны окружающей среды. Это обуславливается, прежде всего, всевозрастающими темпами вовлечения природных ресурсов в производство, истощением их запасов и ухудшением качества. При этом, движущей силой развития современных систем управления природной средой являются противоречия между практически неограниченными потребностями развивающегося человечества и ограниченными возможностями использования ресурсов, в том числе водных для развития сельскохозяйственного производства.

В настоящее время развитие сельского хозяйства, в том числе орошаемого земледелия в Казахстане происходит в сложных экономических, экологических и социальных условиях. Однако, обеспечение продовольственной безопасности страны невозможно без мелиорации почв и развития орошаемого земледелия, так как значительная часть сельскохозяйственных угодий находится в засушливых районах, относящихся к зонам неустойчивого земледелия.

**Методика исследований**

При выполнении работы использовались такие общепринятые методологические положения, включающие монографические исследования, абстрактно-логический подход к изучаемому явлению, статистические методы обработки информации.

**Полученные результаты и их обсуждение**

Республика Казахстан относится к числу стран, где орошаемое земледелие в сельскохозяйственном производстве играет значительную роль. С орошаемых земель, составляющих 5% пашни, республика получает более 30% всей сельскохозяйственной продукции. Основная площадь орошаемых земель (72-93%) в Республике находится в четырех южных областях - Алматинской, Жамбылской, Кызылординской и Туркестанской. Орошаемые земли в общей

площади посевов по республике в процентном соотношении занимают около 12%, а используется менее -8%. Ежегодно по различным причинам остаются неиспользованными и неполитыми значительные площади ценных в сельскохозяйственном отношении земель, величина которых составляет 32-37% [1].

Основные причины вывода орошаемых земель из сельскохозяйственного оборота, их деградация и низкая экономическая эффективность, связаны с организационно-хозяйственными, социально-экологическими и природными факторами, к числу которых относятся:

- недооценка на всех уровнях управления и использования водоземельных ресурсов, необходимости проведения комплексных мелиоративных мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности мелиорируемых земель;

- отсутствие собственных средств землевладельцев и землепользователей на реконструкцию оросительных систем и обеспечение ее эффективной работы;

- моральный и физический износ оросительных систем, поливной техники, отсутствие предприятий, производящих оросительную технику нового поколения;

- экономическая несостоятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей, ограниченность и недоступность инвестиционных средств и, как следствие, низкое внедрение научных разработок и достижений прогрессивных технологий в области комплексной мелиорации сельскохозяйственных угодий;

- снижение государственной поддержки мелиоративной отрасли.

Практика функционирования предприятий сельскохозяйственного сектора экономики, особенно водного хозяйства, в настоящее время имеет ряд особенностей, которые требуют детального исследования на основе применения водосберегающих технологий орошения.

Для обеспечения экономической устойчивости орошаемого необходимо развить потенциал внедрения ресурсосберегающих технологий, а также необходимы дополнительные инвестиционные возможности или источники привлечения инвестиций. Сложившаяся ситуация в агропромышленно-комплекс не способствует притоку денежных средств, так как сельскохозяйственная отрасль - зона повышенного риска.

Анализ современного состояния водопользования и эффективности орошаемого земледелия позволяет выделить ряд основных проблем:

1. Несмотря на дефицитность водных ресурсов и уменьшение площадей орошаемых земель, расход воды в некоторых сельскохозяйственных регионах остается по-прежнему неоправданно высоким. Сверхнормативные потери воды приводят к истощению источников воды, повышению доли затрат в себестоимости продукции, снижая ее конкурентоспособность. К примеру, на производство одной тонны риса в мире в среднем расходуется около 5 тыс. м<sup>3</sup> воды, а в Казахстане – 10,4 тысяч; при выращивании одной тонны хлопка затраты воды составляют соответственно – 3 и 5,3 тыс. м<sup>3</sup> оросительной воды [2].

2. Из-за уменьшения финансирования гидрологических наблюдений, произошло резкое сокращение числа постов гидрологической сети, что существенно повлияло на снижение качества учета водных ресурсов Казахстана. Кроме того, существует проблема полного отсутствия и достоверности получаемой из различных источников необходимой информации, так как в настоящее время не ведется раздельная государственная статистическая отчетность по орошаемому земледелию.

3. Острыми проблемами стали недостаточный уровень финансирования мелиоративных мероприятий и неплатежи водопользователей. В мировой практике на модернизацию и реконструкцию ирригационных систем в расчете на 1 га выделяются, как правило, 1,5-2,5 тыс. тенге. Инвестиции, направляемые на эти цели, в Казахстане не превышают 70-80 тыс. тенге на гектар. В недостаточном объеме выделяются средства, предназначенные для проведения эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах [3].

4. Растет кадровый дефицит. Прекращена подготовка инженеров по водным специальностям. Ежегодный дефицит кадров для водного хозяйства составляет около 300 человек [4].

5. Назрела необходимость совершенствования институциональной структуры управления водным сектором экономики Казахстана. Государственный орган управления водным



хозяйством должен быть автономным и управлять использованием воды во всех отраслях экономики (промышленности, сельском хозяйстве, гидроэнергетике, рыбном и коммунальном хозяйствах, водном транспорте) [5].

В ходе исследования выявлено, что повышению экономической эффективности способствует широкое внедрение ресурсосберегающих технологий и технических средств орошения, в условиях постоянно нарастающего дефицита водных ресурсов, ухудшения мелиоративных условий орошаемых земель и неуклонного снижения на них плодородия почв.

Так, на орошаемых массивах различных стран с высоким уровнем использования водосберегающих технологий и техники полива, продуктивность поливной воды достигает от 2,5 до 6,0 кг сельскохозяйственной продукции на 1 м<sup>3</sup> поданной воды, а удельные затраты воды составляют от 0,15 до 0,6 м<sup>3</sup> на 1 кг выращенного урожая. Для регулярного орошения может быть использовано 14,01 млрд. м<sup>3</sup> и 10,25 млрд. м<sup>3</sup> соответственно в среднемноголетние и маловодные годы [6].

В настоящее время возделывание сельскохозяйственных культур в большинстве фермерских хозяйств ведется по традиционной технологии, т.е. применяются семена неизвестного происхождения, не качественные средства защиты растений, полив в основном осуществляется поверхностный, что ведет к существенным потерям оросительной воды и т.д. Все это в конечном итоге отрицательно влияет на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Однако, находит частичное применение водосберегающих технологий и техники полива сельскохозяйственных культур. В основном применяются системы и оборудование производства Израиля, Китая, Турции, Голландии, Испании, России [7]. Водосберегающие технологии орошения особенно эффективны в условиях дефицита оросительной воды.

Экономическая устойчивость выражает цель производства, требования объективных экономических законов общества, предъявляемые к сельскому хозяйству. Он включает в себя основные принципы экономической оценки мероприятий по повышению эффективности производства. Показатели эффективности – это средство наиболее полного описания критерия эффективности. С помощью конкретных экономических показателей количественно характеризуется достигнутый уровень сельскохозяйственного производства [8].

Экономическая устойчивость орошаемого земледелия при применении ресурсосберегающих технологий достигается за счет:

- максимального удовлетворения разнообразных потребностей фермерских сообществ;
- обеспечения конкурентоспособной продукции;
- обеспечения максимальной производительности труда при полном использовании запаса рабочего времени в различные периоды года;
- максимальной продуктивности земли и воды при условии не только сохранения, но и повышения плодородия почвы.

Содержание критерия эффективности внедрения водосберегающих технологий и техники полива связано и полностью совпадает с критерием эффективности сельскохозяйственного производства, который с целью отражения комплексного характера в экономической литературе называют главным критерием эффективности [8].

Внедрение ресурсосберегающих технологий и техники полива в агроформированиях способствует наиболее эффективному использованию земли и воды, как главных средств производства, труда и материальных средств. Эффективность можно определить по выходу валовой, товарной продукции, валового и чистого дохода в расчете:

- на 100 га сельскохозяйственных угодий;
- на 1 м<sup>3</sup> используемой воды;
- на 1 работника и на 1 чел.-дн (или чел.-час);
- на 100 тенге основных производственных фондов;
- на 100 тенге всех производственных затрат [9]:

Соотношение всех этих показателей дает полное представление об устойчивости орошаемого земледелия.

Из самых актуальных проблем дальнейшего развития сельского хозяйства, в частности орошаемого земледелия, в современных условиях является дальнейшее повышение эффективности отрасли.

### **Выводы**

В свете отмеченного необходимы существенные корректировки всего механизма ведения водохозяйственного производства и совершенствование организационной структуры управления водопользованием на орошаемых землях. Причем они должны происходить не от случая к случаю, а постоянно, что особенно актуально в настоящее время в период активного формирования новых интеграционных связей как внутри страны, так и в международном масштабе.

Создавшееся положение требует определенной перестройки технической политики в водохозяйственном строительстве. Приоритет должен отдаваться комплексной реконструкции и техническому перевооружению существующих оросительных систем, что в значительной мере будет способствовать эффективному использованию орошаемых земель и обеспечению экономической устойчивости.

Реконструкция и совершенствование мелиоративных систем должны проводиться комплексно и предусматривать:

- усовершенствование водозаборных сооружений и замену энергоемких насосных станций на более рациональные;
- реконструкцию и техническое перевооружение оросительной сети с оснащением их более совершенными водовыпускными и водомерными сооружениями и приборами;
- применение современной поливной техники (дождевания и капельного орошения) с заменой энергоемких дождевальными машинами на низконапорные и более экономичные машины;
- реконструкцию коллекторно-дренажной сети;
- внедрение прогрессивных методов эксплуатации усовершенствованных гидромелиоративных систем.

Таким образом, для обеспечения устойчивости орошаемого земледелия среди мероприятий по модернизации и совершенствованию оросительных систем первостепенное значение имеет повсеместное внедрение прогрессивных способов и техники полива. На значительной площади, более 1,0 млн. га необходима, реконструкция существующей оросительной сети, сооружений на ней и водозаборных гидроузлов.

К следующей группе мероприятий по значимости можно отнести устройство совершенной коллекторно-дренажной сети и проведение промывок засоленных земель. Указанные мероприятия становятся высокоэффективными только при определенном их сочетании в зависимости от складывающихся на орошаемой территории природно-климатических и производственных условий. В целом предстоит большая работа по переоснащению гидромелиоративных систем.

Необходимо отметить, что весь комплекс работ по реконструкции мелиоративных систем должен осуществляться с учетом природоохранных мероприятий, так как эффективное использование природных ресурсов (земля, вода и др.) в значительной мере влияет на уровень продуктивности орошаемого земледелия.

В результате планируется восстановление ирригационных систем и сооружений, строительство новых водохранилищ (будет реконструировано порядка 2000 км магистральных каналов). Площади орошаемых земель с применением современных водосберегающих технологий будут увеличены с 221 тыс. га до 420 тыс. гектаров. С 2023 по 2030 годы будет введено в оборот 1,0 млн. га орошаемых земель. В результате будет создано 500 тыс. рабочих мест, с ежегодным дополнительным объемом сельскохозяйственной продукции в 570 млрд. тенге [10].

Также планируется оздоровление водных объектов, снижение уровня загрязнения воздуха, управление отходами, сохранение биоразнообразия, озеленение страны, энергоэффективность, экообразование и повышение экологической культуры [10].

### **Выводы**

В обеспечении экономической устойчивости орошаемого земледелия необходимо решение следующих вопросов: внедрение экологически чистых и экономически эффективных сельскохозяйственных технологий на орошаемых землях; внедрение экономически устойчивых ресурсосберегающих, прежде всего водосберегающих технологий; диверсификация сельскохозяйственного производства на орошаемых землях; эффективность использования ресурсов.

### **Список литературы**

1. Информация по орошаемым землям РГП на праве хозяйственного ведения «Казводхоз» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК (<http://qazsu.kz/ru/news/rgp-kazvodkhov-realizuet-proekty-s-vnedreniem-innovatsionnykh-podkhodov-s-tselyu-obespecheniya-effek/>)

2. Демин А. П. Вопросы учета качества оросительной воды при разработке нормативов платы за воду в орошаемом земледелии/ А. П. Демин // Водные ресурсы. – 2017. – Т. 24. – №1. – С. 111-118.

3. Мухамеджанов В.Н., Гриценко Н.В., Кудайбергенова И.Р. Устойчивость водохозяйственного производства и совершенствование управления водным сектором экономики Казахстана // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2020 Volume 12 (04 Special Issue), Pages: 1709-1719 (ISSN 1943-023X United States), indexed by Scopus. (<https://www.jardcs.org/archivesview.php?volume=3&issue=28&page=7>)

4. Ибатуллин С.Р., Мухамеджанов В.Н. Подготовка кадров – ключ к решению проблем водного хозяйства // Водное хозяйство Казахстана.- 2006.- №2. - С. 5-7.

5. Мухамеджанов В.Н. О совершенствовании управления водным сектором экономики Казахстана // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2015.- №8.- С. 68-76. (<http://www.doc.knigi-x.ru/22ekonomika/10031-1-udk-631587-7377157451-54-teorii-racionalnogo-ispolzovaniya-voisproizvodstva-vodnih-resursov-muhamedzhanov-doktor-ekonom.php>).

6. Калашников А.А., Мухамеджанов В.Н., Гриценко Н.В., Цхай М.Б., Кудайбергенова И.Р. Обоснование ставки платы в инвестиционно-привлекательных тарифах на воду при бесперебойном функционировании водохозяйственных систем // International Journal of Advances Science and Technology. - Vol. 29, No. 11s, (2020), pp. 158-172. (<http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/issue/view/291>).

7. Ясовеев М.Г., Стреха Н.Л., Какарева Э.В., Шевцова Н.С. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: учеб. Пособие: - Минск: Новое знание; -М.: ИНФРА-М, 2018. - 304 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=916218>).

8. Отчет НИР по мероприятию 2: «Рациональное использование водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года» (промежуточный) / НЦП «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года». № гос. регистрации 0118РК01216, инв. № 0218РК01357, Тараз, 2018.

9. Чернышева И.В., Кузьмицкая О.В., Сеннов А.С. Экономическая оценка вод // Экологическая гидрогеология стран Балтийского моря: Труды Между. научного семинара. - СПб., 2017. - С. 212-216.

10. Доклад М. Мирзагалиева на заседании Правительства РК 23.02.2021 г. (<https://www.gov.kz/memleket/entities/water/press/news/details/164601?lang=ru>).

## ISSUES OF ENSURING THE ECONOMIC SUSTAINABILITY OF IRRIGATED AGRICULTURE

**Gritsenko N., Kudaibergenova I., Zhanatov A., Mamuchev R.**

*LLP «Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy», Taraz city, Kazakhstan*

### **Abstract**

The significant shortage of water resources in the world, which will deepen over time, concentrates the efforts of researchers in the direction of finding ways of rational use of water resources. The article deals with the problems of water use in irrigated agriculture. In our opinion, in ensuring the economic sustainability of irrigated agriculture, it is necessary to solve the following issues: the introduction of environmentally friendly and economically efficient agricultural technologies on irrigated lands; introduction of economically sustainable resource-saving, primarily water-saving technologies; diversification of agricultural production on irrigated land; efficient use of water resources and others. The paper describes the problematic issues existing in the field of water resources management and substantiates measures for their improvement.

**Key words:** Economics of water management, problems of water use, irrigated agriculture.

## СУАРМАЛЫ ЕГІНШЛІКТІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

**Гриценко Н.В., Кудайбергенова И.Р., Жанатов А.К., Мамучев Р.А.**

*«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Тараз қ.*

### **Аңдатпа**

Уақыт өте келе тереңдей түсетін әлемдегі су ресурстарының айтарлықтай жетіспеушілігі зерттеушілердің бар ынтасын су ресурстарын ұтымды пайдалану жолдарын іздеуге бағыттайды. Мақалада суармалы егіншілікте суды пайдалану проблемалары қарастырылған. Біздің ойымызша, суармалы егіншіліктің экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз ету кезінде келесі мәселелерді шешу қажет: суармалы жерлерге экологиялық таза және экономикалық тиімді ауылшаруашылық технологияларын енгізу; экономикалық тұрақты ресурстарды үнемдейтін, ең алдымен суды үнемдейтін технологияларды енгізу; суармалы жерлерде ауылшаруашылық өндірісін әртараптандыру; су ресурстарын тиімді пайдалану және басқалары. Мақалада су ресурстарын басқару саласындағы проблемалық мәселелер сипатталған және оларды жақсарту шаралары негізделген.

**Кілт сөздер:** Су шаруашылығы экономикасы, суды пайдалану проблемалары, суармалы егіншілік.

**УДК 338.43/626.81**

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

**Мустафаева Р.Р., Аббасова Е.А., Гамбарова Р.М.**

*Азербайджанский государственный аграрный университет,  
Город Гянджа, Азербайджанская Республика*

### **Аннотация**

Рациональное использование воды в сельском хозяйстве является одной из важнейших современных экологических проблем. В статье исследуется текущая ситуация водопользования и пути повышения эффективности использования водных ресурсов в

сельском хозяйстве Азербайджана. Усиливающийся дефицит водных ресурсов определяет необходимость разработки новых подходов к водообеспеченности с ориентацией на эффективное использование всех имеющихся в стране водных ресурсов. Поэтому остро ставится вопрос обоснования и рекомендации таких способов и технологий полива, которые обеспечат наиболее экономное и рациональное использование оросительных вод с их минимальными потерями и со значительным повышением урожайности.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водоснабжение, орошаемое земледелие, мелиорация земель, инновации.

### **Введение**

Эффективно используя водные ресурсы в аграрном секторе и обеспечив долгосрочный водный баланс в этой сфере можно повысить производительность и обеспечит продовольственную безопасность страны. Нехватка воды и усиление конкуренции за водопользование между секторами приводит к проблеме более эффективного и экономичного использования воды и управление водными ресурсами.

Исследования показывают, что на сельское хозяйство приходится 70% мирового потребления воды и учитывая тот факт, что к 2050 году потребность в продовольствии вырастет на 60%, то потребность в водных ресурсах будет только возрастать. Одновременно возрастающее влияние глобального потепления в наше время требует отказаться от традиционных методов управления водными ресурсами и требует инновационного подхода. Таким образом, ускорение процесса модернизации в сельском хозяйстве требует адаптации к требованиям времени.

Природно-климатические условия Азербайджанской Республики позволяют выращивать сельскохозяйственные культуры круглый год. Однако только 55,2% земельного фонда пригодны для ведения сельского хозяйства. Исходя из имеющихся гидрографических ресурсов страны, в 2019 году орошалось 1 450,2 тыс. га сельскохозяйственных земель, а в целом возможно орошение 3 200 тыс. га. Поскольку большая часть земель относится к засушливой зоне, где отсутствует влага без орошения выращивать сельскохозяйственную продукцию невозможно. Следует отметить, что водные ресурсы Азербайджана ограничены, 70% поверхностных водных ресурсов формируется за пределами страны и только 30% - внутри страны. Развитие аграрного сектора и рост производства сельскохозяйственной продукции напрямую зависят от улучшения водоснабжения. Глобальное изменение климата стабильно ведет к уменьшению количества осадков и нехватке воды, что создает серьезные проблемы для сельского хозяйства в стране [1].

В последние годы вовлечение новых земель в севооборот страны, внедрение высокоурожайных культур значительно увеличили потребность в воде. Проблема повышения эффективности использования водных ресурсов становится все более актуальной. Таким образом, масштаб данной проблемы делает важным ее решение как на национальном, так и региональном уровне.

### **Методика исследований**

В ходе исследования использовались методы анализа, сравнения, группировки и оценки. Исследование состоит из двух частей. Первая часть посвящена анализу современного состояния водопользования в сельском хозяйстве, оценивается эффективность использования водных ресурсов.

Во второй части обоснована важность применения инновационных технологий и необходимость государственной поддержки в оптимизации использования водных ресурсов за счет развития и совершенствования ирригационных и мелиоративных систем с точки зрения обеспечения экологической устойчивости и продовольственной безопасности.

### **Анализ текущего состояния водопользования в сельском хозяйстве**

Развитие аграрного сектора Азербайджана основано на орошаемом земледелии. Около 85-90% продукции растениеводства, а также весь хлопок выращивается на орошаемых землях. Обеспечение экономической эффективности орошаемого земледелия, наряду с

получением стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, может быть достигнуто за счет экономного использования всех ресурсов, поддержания нормального уровня мелиорации земель, осуществления агротехнически и технологически правильных и своевременных поливов и оперативного управления. .

За последние годы на фоне новых экономических отношений существенно изменилось отношение к использованию и охране водных ресурсов. Для адаптации к новым экономическим условиям в нашей стране была создана новая законодательная база и приняты соответствующие нормативно-правовые акты. В «Стратегической дорожной карте по производству и переработке сельхозпродукции» утвержденной Указом Президента Азербайджанской Республики от 6 декабря 2016 года совершенствование механизмов устойчивого использования сельскохозяйственных земель и водных ресурсов указаны, как приоритетные направления в развитии сельского хозяйства.

Следует отметить, что в связи с переходом к рыночной экономике коренные изменения произошедшие в промышленности и сельском хозяйстве Азербайджана не могли не сказаться на проблемах с водоснабжением и водопользованием. С этой точки зрения изучение изменений произошедших в водопользовании и водоснабжения в сельском хозяйстве за последние 20-25 лет, в условиях изменения климата и под влиянием хозяйственной деятельности представляет особую актуальность. Принимая во внимание тот факт, что водные ресурсы очень чувствительны даже к незначительным изменениям климата.

Анализ показывает, что объем воды на орошение из природных источников, в 2019 году увеличился на 14% по сравнению с 2010 годом. Согласно данным Государственного комитета статистики фактический объем забора воды из природных источников в 2019 году составляет 13227 млн. куб. м., потребление составило 9472 млн. куб. Этот показатель отражает высокий уровень потерь при использовании водных ресурсов. Потребление воды на ирригацию и сельскохозяйственное снабжение составляет более 70% всего потребления, которое в сравнении с 2010 годом увеличилось на 28% и в 2019 году составило 7038 млн. куб м. Количество воды, потерянной при транспортировке, составляет 3755 млн. куб м. или около 40% от общего водоснабжения (**таблица 1**).

**Таблица 1 - Основные показатели использования водных ресурсов (млн куб. м)**

<b>Показатели</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Вода из природных источников - всего	11566	12285	12504	12781	12847	13227
на душу населения, м <sup>3</sup>	1295	1289	1297	1313	1308	1335
Расход воды - всего	7715	8567	8824	9154	9205	9472
из них:						
для бытовых нужд	405	323	308	291	306	312
для производственных нужд	1742	2117	2108	2224	2111	2070
из них питьевой воды	54	46	43	31	44	42
на ирригацию и сельскохозяйственное снабжение	5497	6057	6342	6570	6722	7038
Потери воды при транспортировке	3851	3718	3680	3627	3642	3755
Утилизация сточных вод	6037	5575	5673	5453	5147	4863

Согласно итогам исследования состояния водоснабжения сельского хозяйства 25,3% сельского хозяйства и ирригации по всей стране были оценены как имеющие хорошее

водоснабжение, 59,3% имело определенные трудности, и 15,4% имело плохое водоснабжение. Лишь 13,8% земель Муган-Сальянской зоны оценено как хороший уровень водоснабжения. Земли с недостаточным водоснабжением и в плохом состоянии составили 61% и 25,2% соответственно. Согласно исследованию экономических районов по состоянию водоснабжения, в среднем 25% территории Кура-Аразской низменности оценено как неудовлетворительное [2].

Проблема заключается в том, что в качестве основного способа полива применяются традиционные методы «поверхностного» и «проливного орошения». Более 90% оросительных и дренажно-коллекторных сетей проходят по земляным руслам и являются сетями открытого типа, допускаются случаи значительной потери воды, подъема минерализованных грунтовых вод на посевные слои и засоления прилегающих земель.

В свою очередь преобладание в сельском хозяйстве страны малых хозяйств обуславливает низкий уровень использования современных технологий и средств производства в сельскохозяйственном производстве в целом, что находит свое отражение и в области мелиорации земель. Для решения данной проблемы необходимо консолидировать небольшие участки земли, создать кооперативы и повысить эффективность их деятельности, а также реализовать меры по реабилитации всей ирригационной системы, чтобы минимизировать вредное воздействие орошаемых земель и пресной воды на мелиорацию земель. С этой точки зрения существует большая потребность в создании ирригационных кооперативов с использованием опыта зарубежных стран. Основная цель ирригационных кооперативов - управление естественными ирригационными системами, реализуемыми государством или обеспечение устойчивости путем возмещения постоянных затрат на ирригационные услуги, предоставляемые группой фермеров. Таким образом, можно обеспечить рациональное использование крупномасштабных оросительных систем.

Усиливающийся дефицит водных ресурсов определяет необходимость разработки новых подходов к водообеспеченности с ориентацией на эффективное использование всех имеющихся в стране водных ресурсов. Очевидно, что в сложившейся обстановке, восполнение дефицита возможно, прежде всего, за счет совершенствования технологического уровня гидромелиоративных систем и перевода сельского хозяйства на инновационные водосберегающие способы и технологии орошения. Поэтому остро ставится вопрос обоснования и рекомендации таких способов и технологий полива, которые обеспечат наиболее экономное и рациональное использование оросительных вод с их минимальными непроизводственными потерями и со значительным повышением урожайности.

В то же время эффективное использование воды в сельском хозяйстве имеет важное значение для предотвращения засоления и деградации почвы, что в свою очередь положительно скажется на повышении эффективности водоснабжения. Поэтому использование современных инновационных технологий полива - актуальная потребность времени [3]. Современные инновационные технологии полива для повышения эффективности полива включают в себя: капельное орошение и дождевание, точечное орошение (с использованием датчиков), орошение с применением намагничивания, орошение с помощью гидропоники и интеллектуальных счетчиков.

В последнее время в нашей стране внедряется капельное орошение. Этот метод является одной из новейших технологий в мире и дает положительные результаты. Капельное орошение особенно эффективно с точки зрения экологии, качества орошения, экономии воды и инвестиций. Капельное орошение позволяет экономить поливную воду в 2-5 раз, электричество в 1,5-2,5 раза и удобрения на 20-50% при локальном внесении удобрений с поливной водой. Такой способ полива не только улучшает качество продукта, но и увеличивает его выход на 25-50%. Внутрипочвенное капельное орошение более эффективно, чем поверхностное капельное орошение [4].

Орошение дождеванием экономит меньше воды, чем капельное орошение, поскольку имеет больший масштаб. В Азербайджане популярные системы орошения - это широкозах-

ватные дождевальные системы – самодвижущиеся установки, которые находятся в поле на весь срок эксплуатации и охватывают большие участки посевной площади для полива. Поливочные системы кругового действия (Пивот) используются на больших полях площадью в несколько десятков и сотни гектаров. Данные системы полива доказали свою эффективность и эргономичность. Они не требуют больших трудозатрат, имеют стабильную конструкцию и характеризуются долгим сроком службы. Поливочные системы Пивот применяются только на 70 000 га в стране, что составляет лишь 5% всех орошаемых земель.

**Таблица 2 - Эффективность поливочной системы Пивот при производстве пшеницы**

№	Показатели	Круговое орошение	Поверхностное орошение
1	Автоматизация процесса полива	100%	менее 100%
2	Норма полива на гектар в вегетационный период (3 раза)	1600 м <sup>3</sup> /га	4500 м <sup>3</sup> /га
3	Интенсивный севооборот в течение года и дополнительное производство	2-3 раза	1раз
4	Влияние полива на структуру почвы	успешная реализация на наклонных участках	водная эрозия на наклонных участках
5	Влияние орошения на засоление почвы за счет повышения уровня грунтовых вод	Не влияет	влияет
6	Удобрение и химическая обработка	вводится специальным дозатором во время полива	разбрызгивается специальными дополнительными агрегатами
7	Урожайность с гектаров	5-6 тон	2-3 тон

У данной системы есть один недостаток, оборудование и процесс установки являются дорогостоящими и их могут приобрести только крупные фермеры. В этой связи ключевую роль здесь играет государство, которое может оказать финансовую поддержку сельскохозяйственным производителям при внедрении инновационных технологий орошения.

Следует добавить, что долгие годы 20% территории Азербайджана находилось под оккупацией. В общей сложности было оккупировано 125,800 га орошаемых земель. Водные ресурсы на этих территориях, состоящие из рек, озер и подземных вод, оцениваются примерно в 780 миллионов кубических метров, что составляет около 20% местных водных ресурсов. Во время оккупации Азербайджан был лишен водных ресурсов таких рек как Тертерчай, Хакарчай, притока Тертерчай Левчай, Туткунчай, Хачинчай и других крупных рек, поэтому в регионах возникли трудности с поливом сельскохозяйственных культур, особенно в период вегетации. Расположенные на этих реках водохранилища имеют важное хозяйственное значение [5]. Планируется постепенный ввод в эксплуатацию объектов водного хозяйства, что обеспечит устойчивое водоснабжение многих территорий с затрудненным водоснабжением, приведет к расширению пашни, устранению дефицита воды, повысить урожайность. Эти мероприятия помогут восстановить экологический баланс и предотвратить последствия экологического террора, так как долгие годы воды этих рек не допускались к выходу в предгорья.

#### **Выводы**

В условиях усиливающегося дефицита водных ресурсов возникает острая необходимость разработки новых подходов к водообеспеченности с ориентацией на эффективное использование всех имеющихся в стране водных ресурсов. В такой ситуации эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве возможно лишь путем совершенс-



твования технологического уровня гидромелиоративных систем и перевода сельского хозяйства на инновационные водосберегающие способы и технологии орошения. С этой точки зрения существует большая потребность в создании ирригационных кооперативов, основная цель которых управление естественными ирригационными системами. Применение инновационных технологий орошения в республике позволит значительно снизить расход воды и повысить эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве. При этом важная роль отводится государству, которое выступает в качестве главного источника финансирования.

### Список литературы

1. Годовой отчет Министерства сельского хозяйства, 2020 <https://www.agro.gov.az/uploads/documents/pages/2019.pdf>
2. <https://www.stat.gov.az/>
3. Ali M.H. və M.S.U. Talukder (2008), Increasing water productivity in crop production - A synthesis. *Agricultural Water Management Volume 95, Issue 11*, November 2008, Pages 1201-1213 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.008>
4. Morad Hassanli A., Ebrahimizadeh M.A., Beecham S. (2009), The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an and region *Agricultural Water Management* 96(1):93-99 DOI: [10.1016/j.agwat.2008.07.004](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.07.004)
5. ОАО Мелиорации и водного хозяйства Азербайджана/ <http://mst.gov.az/az/news/211>

#### ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USE OF WATER RESOURCES AND APPLICATION OF INNOVATIVE IRRIGATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE OF AZERBAIJAN

**Mustafaeva R., Abbasova Y., Gambarova R.**

*Azerbaijan State Agricultural University,  
Ganja city, Republic of Azerbaijan*

#### **Abstract**

Rational use of water in agriculture is one of the most important modern environmental problems. The article examines the current situation of water use and ways to improve the efficiency of water use in agriculture in Azerbaijan. The growing shortage of water resources determines the need to develop new approaches to water supply with a focus on the efficient use of all available water resources in the country. Therefore, the issue of justifying and recommending irrigation methods and technologies that will ensure the most economical and rational use of irrigation water with minimal losses and with a significant increase in productivity is acutely raised.

**Key words:** water resources, water supply, irrigated agriculture, land reclamation, innovation.

#### СУ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТИИМДЛІГІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ӘЗЕРБАЙЖАН АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ СУҒАРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

**Мустафаева Р.Р., Аббасова Е.А., Гамбарова Р.М.**

*Әзірбайжан мемлекеттік аграрлық университеті,  
Гянджа қаласы, Әзірбайжан Республикасы*

#### **Андатпа**

Ауыл шаруашылығында суды ұтымды пайдалану қазіргі заманғы экологиялық проблемалардың бірі болып табылады. Мақалада суды пайдаланудың қазіргі жағдайы және

Әзірбайжанның ауыл шаруашылығында суды пайдалану тиімділігін арттыру жолдары қарастырылған. Су ресурстарының жетіспеушілігі елдегі барлық қол жетімді су ресурстарын тиімді пайдалануға бағыттала отырып, сумен қамтамасыз етудің жаңа тәсілдерін әзірлеу қажеттілігін анықтайды. Сондықтан суару суын минималды шығындармен және өнімділіктің едәуір артуымен барынша үнемді және ұтымды пайдалануды қамтамасыз ететін суару әдістері мен технологияларын негіздеу және ұсыну мәселесі өткір көтеріліп отыр.

**Кілт сөздер:** су ресурстары, сумен жабдықтау, суармалы егіншілік, мелиорация, инновация.

**УДК: 338.1:339.93**

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРОИЗВОДЯЩИХ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мухторов А.<sup>1</sup>, Джалилов Б.<sup>2</sup>, Собиров И.<sup>3</sup>, Назарова М.<sup>4</sup>, Тургунов Ё.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Самаркандской институт ветеринарной медицины,

<sup>3</sup>Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт,

### Аннотация

В статье предложены методика оценки и определения рейтинга предприятий по производству и установлению водосберегающих технологий в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, рациональное использование водных ресурсов, водосберегающие технологии, предприятия, производящие водосберегающие технологии, рейтинг, рейтинг предприятий.

### Введение

Расширение внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве зависит от различных факторов, одним из важнейших является стоимость работ и услуг, где включены проектирование, технико-экономическое обоснование, внедрение и ввод в эксплуатацию той или иной водосберегающей технологии, фактор модели, которые отражаются в «стоимости проекта». Вопросы эффективности применения различных методов и вариантов водосберегающих технологий актуальны для всех республик Средней Азии<sup>1,2,3</sup> [Пулатов Я.Э. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве. // "Ekologiya & Stroitelstvo" - Москва, №4, 2017, - 21 с. ] так же для тех регионов где наблюдается дефицит водных ресурсов. Поэтому вопросы внедрения водосберегающих технологий на основе стимулирования и поддержки предприятий, специализированных на производстве и внедрения водосберегающих<sup>4</sup> включены к категории первоочередных задач Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020 - 2030 годы<sup>5</sup>.

Хотя стоимость проекта на рынке производства и внедрения водосберегающих технологий формируется под влиянием различных факторов, наличие конкурентной среды на этом рынке, которая обеспечивает прозрачность в процессе заказа и выбора работ и услуг. Достижение прозрачности и создание здоровой конкуренции среди участников рынка

водосберегающих технологий для производства и внедрения водосберегающих технологий является одним из ключевых направлений устойчивого развития производителей и разработчиков водосберегающих технологий в будущем. [Постановление Президента Республики Узбекистан “О мерах по расширению механизмов стимулирования внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве” от 25.10.2019.]

### **Методика исследования**

Большинство исследователей, говоря о бесперебойном обеспечении сельского хозяйства водными ресурсами и укрепления продовольственной безопасности страны в условиях глобального дефицита поливных вод, предлагают усиление поддержки различными экономическими механизмами хозяйствующих субъектов, внедряющих водосберегающих технологий, забывая о роли предприятий, которые специализированы и производством, и установкой данной технологии<sup>6</sup>. Основное внимание было сфокусировано на исследовании вопросов изучения эффективности использования водосберегающих технологий – на уровне различных хозяйствующих субъектов.

Практика показывает, что на рынке данной категории услуг различные компании участвуют в конкурсах на производство и внедрение водосберегающих технологий. Многие сельхозпроизводители сталкиваются с некоторыми трудностями и недопониманиями при реализации проектных мероприятий из-за того, что не имеют полной информации о предприятиях, участвующих в конкурсах со своими работами и услугами. Оценка деятельности и услуг предприятий, участвующих в тендере, на основе определенной системы технических, технологических, производственных и экономических показателей, обеспечивает исключение качественных услуг, полное, своевременное соблюдение условий договора, защиту от рисков и риски.

На наш взгляд, решить эту задачу целесообразно путем рейтинговой деятельности предприятий, производящих водосберегающие технологии.

При исследовании были изучены производственные экономические показатели деятельности компании, специализированные на производство и внедрение водосберегающих технологий, преимущественно в хлопководстве и садоводстве. Критерием отбора репрезентативности компании для включения в исследования были взяты предприятия, находящиеся в сельских районах. На основе группировки и ранжирования компаний по 16 показателям произведена оценка их деятельность. Методом бальной оценки определена рейтинг компании. Оценка осуществлена по пяти балльной системы. При оценки каждого индикатора по пяти бальной системе определены максимальные и минимальные значения данного показателя по каждому предприятию. Те показатели, которые составляли меньше % максимального значения оценивались от «0» до «3» балла, выше 55% до 65% «3» балла, выше 65% до 75% - «4» балла, свыше 75% «5» балла. Данная методика широко применяется при оценке потенциала использования различных предприятий.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Целью предлагаемой «Рейтинговой системы оценки деятельности предприятий, производящих водосберегающие технологии в сельском хозяйстве» является обеспечение прозрачности среди участников рынка на рынке работ и услуг, создание равных возможностей и условий для всех, обеспечение потребителей и поставщиков услуг с качественными товарами и услугами (**таблица 1**).

---

<sup>6</sup> Таблица составлена на основе исследований авторов. [Водосбережение как средство выживания человечества в условиях нарастания водного кризиса: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 7. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2015. - 188 с.(121124 с.). // [http://xcawater-info.net/library/rus/eccca\\_papers\\_collection\\_vol\\_7\\_2015](http://xcawater-info.net/library/rus/eccca_papers_collection_vol_7_2015).]

**Таблица 1 – Индикаторы и критерии рейтинговой оценки деятельности предприятий производящих водосберегающие технологии в сельском хозяйстве.**<sup>7</sup>

№	Индикаторы оценки	Балл 0... 5	№	Индикаторы оценки	Балл 0... 5
1	2	3	4	5	6
1.	Год организации предприятия (А)		8.	Срок по приему и вступления к выполнению (К)	
	До 1 года	1		До 1 месяца.	4-5
	1-3 год	2-3		2-3 месяца	0-3
	3-5 лет	4	9.	Качественные показатели производимой продукции. (Л)	
	Больше 5 лет.	5		Низкие	0
2.	Среднегодовое количество рабочих (Б)			Средние (фикрнама ва тасдиқловчи сертификат)	1-2
	1-30 человек	1		Высокие (подтверждающий документ и сертификат).	3-5
	31-60 человек	2	10.	<b>Участие в «Ярмарке инноваций» и «Неделе инноваций» и других конкурсах. (М)</b>	
	61-90 человек	3		Не участвовали	0
	91-120 человек	4		Участвовали (подтверждающий документ и сертификат, договора)	1-5
	Больше 121 человек.	5	11.	Зарубежные партнеры. (н).	
3.	<b>Среднегодовой денежный оборот(В)</b>			Не имеется.	0
	До 1 млрд. Сум.	1		Имеется (подтверждающий документ или меморандум, соглашение.)	1-5
	1-10 млрд сум	2	12	Количество обучающихся на курсах повышения квалификации и переподготовки за последние 3 года (О)	
	10,1-20,0 млрд сум	3		Не имеется	0
	20,1 40,0 млрд. сум	4		Имеется (подтверждающий документ, сертификат и удостоверение	1-5
	Больше 40,0 млрд.сум.	5	13	Количество составленных контрактов за последние 3 год (П).	
4.	<b>Количество видов производимой продукции (Г).</b>			До 5	1
	До 50	1		6-10	2
	60-100	2		11-15	3
	101-150	3		16-20	4
	151-200	4		Больше 20 дан	5
	Больше 200	5	14	Существование веб-сайтов и рекламных окон. (П).	

5.	<b>Существующие территориальные отделы производства. (Д).</b>			Не существует	0
	1-5	1-2		Имеется (подтверждающий документ, сертификат и удостоверение.)	1-5
	6-10	2-3	15	<b>Количество невыполненных заказов за последние 3 года (С)</b>	
	Больше 10	4-5		Не имеется	0
6.	<b>Существующие дистрибьютерные организации. (Е)</b>			Имеется (подтверждающий документ, вывод и решение)	От -1 до -5
	Не существует	0	16	<b>Количество выполненных заказов с опозданием за последние 3 года (Т)</b>	
	Существует	3		Не имеется	0
7.	<b>Существующие отделы работающих с клиентами и покупателями(И).</b>			Имеется (подтверждающий документ, рапорт, выводы и решение.).	От -1 до -5
	Не существует	0			
	Существует	3			
	Высокие(подтверждающий документ и сертификат).	3-5			

Научно-методический подход и методика оценки деятельности зарубежных предприятий на основе рейтингов, а также ведущих ученых в области водного хозяйства республики и на основании анализа мнений и мнений экспертов мы считаем целесообразным использовать в «Рейтинговой оценке предприятий, производящих водосберегающие технологии в сельском хозяйстве» состоящих из 16 показателей технических, технологических, производственных и экономических характеристик предприятий.

Отобранные в ходе исследования индикаторы были систематизированы и разработаны критерии оценки. Для обоснования критериев оценки изучено мнение участников рынка производства и внедрения водосберегающих технологий (производителей, потребителей, инвесторов и финансовых организаций).

Рекомендуется использовать рейтинговую систему с оценкой от «0» до «5» в качестве критерия для каждого показателя в оценке. Хотя некоторые критерии могут положительно повлиять на общую оценку, другие критерии могут иметь отрицательный эффект. В обоих случаях каждый критерий оценивается по 5-балльной шкале (от 0 до 5). Положительные (+) критерии добавляются к сумме, отрицательные (-) критерии вычитаются из общей суммы. Предлагается рассчитать рейтинг (R) предприятия, производящего водосберегающие технологии в сельском хозяйстве, по следующему выражению:

$$R = \sum (x_1 + x_2 + \dots + x_n - (\sum y_1 + y_2 \dots y_n)) \quad (1)$$

В таком случае, R – рейтинг предприятия-производителя водосберегающих технологий, баллов;  $x_1 + x_2 + \dots + x_n$  – балл по критериям оценки показателей (положительный «+»), характеризующих технико-технологическую, производственно-хозяйственную деятельность предприятия-производителя водосберегающих технологий;  $y_1 + y_2 \dots + y_n$  – балл по критерию оценки показателей (отрицательный «-»), характеризующих технико-технологическую, производственно-хозяйственную деятельность предприятия-производителя водосберегающих технологий.

На основе предложенного методологического подхода можно оценить деятельность предприятий, производящих водосберегающие технологии (Y), или предприятий, выпуска-

ющих определенную модель (Y) или тип (Y) водосберегающих технологий районном или региональном уровне.

В этом случае выражение (1) имеет следующий вид:

$$Y = \sum (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2)$$

В систему показателей оценки входят: «Сколько лет с момента создания предприятия» (до 1 года, 1-3 года, 3-5 лет и более 5 лет); «Среднегодовая численность сотрудников, занятых на предприятии; среднегодовой оборот предприятия»; «Тип производимой продукции; наличие региональных производственных (сервисных) подразделений»; «Существование торговых организаций»; «Наличие отдела обслуживания производителей и клиентов»; «Срок приема и исполнения заказа»; «Наличие документов, подтверждающих качество товара»; «Участие в инновационной ярмарке», «Неделе инноваций» и других конкурсах»; «Наличие зарубежных партнеров»; «Количество обучающихся на курсах повышения квалификации и переподготовки за последние 3 года»; «Количество договоров за последние 3 года»; «Наличие веб-сайта и рекламных окон»; «Количество невыполненных заказов за последние 3 года»; «Количество отложенных заказов за последние 3 года».

Для каждого индикатора были подготовлены соответствующие подтверждения, и были оценены на основе предложенных критериев оценки и системы.

В ходе исследования была изучена деятельность около 25 предприятий – производителей водосберегающих технологий и более 30 предприятий и организаций, работающих в сфере внедрения водосберегающих технологий.

Для определения уровня производства водосберегающих технологий в сельском хозяйстве и направления будущего развития была разработана специальная анкета, которую просили заполнить и отправить онлайн или через Интернет.

### **Выводы**

Практическая значимость определения рейтинга предприятий заключается в том, что рейтинг служит основой для повышения репутации компании среди потребителей и инвесторов, полного удовлетворения, для того, чтобы делать выводы как «стабильный и рабочий» партнер в глазах потребителей. В свою очередь, только отечественные инвесторы, иностранные инвесторы и страховые компании в очередной раз дают понять, что их потенциальные клиенты относятся к категории «кредитоспособных клиентов». Потребители водосберегающих технологий – субъекты агробизнеса – смогут оценить уровень защищенности и от ожидаемых рисков своей стартовой деятельности.

Поэтому мы считаем, что рейтинг производителей и застройщиков водосберегающих технологий поможет создать конкурентную среду на рынке услуг в данной сфере, прозрачность тендерного процесса, а в конечном итоге – создание условий для рационального и эффективного использования водных ресурсов.

### **Список литературы**

1. Пулатов Я.Э. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // “Ekologiya & Stroitelstvo”. – Москва. – №4, 2017. – 21 с.
2. Водосберегающие технологии полива сельскохозяйственных культур и методы борьбы с эрозией почв. <http://www.fao.org/3/ca0865ru/CA0865RU.pdf>. ФАО. – Бишкек, 2018.
3. Водосбережение как средство выживания человечества в условиях нарастания водного кризиса: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной

Европы, Кавказа, Центральной Азии. – вып. 7. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2015. – 188 с.(121124 с.) // [http://cawater-info.net/library/rus/eccca\\_papers\\_collection\\_vol\\_7\\_2015.pdf](http://cawater-info.net/library/rus/eccca_papers_collection_vol_7_2015.pdf).

4. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по расширению механизмов стимулирования внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве» от 25.10.2019.

5. Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» УП-5853 от 23.10.2019.

6. Юсупов М.С. Финансовая поддержка сельского хозяйства Узбекистана через систему государственных целевых программ и централизованных инвестиций // Вопросы экономических наук. – №5, 2016. – 25 С.

## METHODOLOGY FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF ENTERPRISES PRODUCING WATER-SAVING TECHNOLOGIES

**Mukhtorov A.<sup>1</sup>, Jalilov B.<sup>2</sup>, Sobirov I.<sup>3</sup>, Nazarova M.<sup>4</sup>, Turgunov E.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Scientific Research Institute of Agricultural Economics, Tashkent, Uzbekistan*

<sup>2</sup>*Samarkand Institute of Veterinary Medicine,*

<sup>3</sup>*Samarkand Architecture and Construction Institute,*

### **Abstract**

The article proposes a methodology for evaluating and rating enterprises producing and installing water-saving technologies in agriculture.

**Keywords:** water resources, rational use of water resources, water-saving technologies, enterprises producing water-saving technologies, rating, rating of enterprises.

## СУ ҮНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ӨНДІРЕТІН КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ҚЫЗМЕТІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІНІҢ НЕГІЗДЕРІ

**Мухторов А.<sup>1</sup>, Джалилов Б.<sup>2</sup>, Собиров И.<sup>3</sup>, Назарова М.<sup>4</sup>, Тургунов Ё.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ауыл шаруашылығы экономикасы ғылыми-зерттеу институты, Ташкент,*

<sup>2</sup>*Самарқанд ветеринарлық медицина институты, Самарқанд, Өзбекстан,*

<sup>3</sup>*Самарқанд мемлекеттік сәулет-құрылыс институты, Өзбекстан,*

### **Андатпа**

Мақалада ауыл шаруашылығында суды үнемдейтін технологияларды шығаратын және өндіретін кәсіпорындарды бағалау және бағалау әдістемесі ұсынылған.

**Кілт сөздер:** су ресурстары, су ресурстарын ұтымды пайдалану, суды үнемдеу технологиялары, суды үнемдейтін технологияларды шығаратын кәсіпорындар, рейтинг, кәсіпорындардың рейтингі.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО БАСЕЙНА РЕКИ УРАЛ НА УПРАВЛЕНИЕ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**Хусаинов Б.М.**

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,  
г. Уральск, Республика Казахстан*

**Аннотация**

В настоящей статье рассматриваются вопросы влияния водного бассейна реки Урал на управление сельскохозяйственным предприятием. При этом наглядно показана динамика численности работников крестьянского хозяйства во временном разрезе, определен образовательный уровень сотрудников. В научной работе демонстрируется обучение граждан основам предпринимательства и ведения бизнеса, точно выведены основные индикаторы рынка труда Западно-Казахстанской области. В статье приведена статистическая информация о получении микро кредитов физическими лицами, об уровне выделяемых финансовых средств обеспечения населения. Проведен стандартный рейтинг легкости ведения бизнеса по регионам Республики Казахстан. Показано совершенствование кадрового потенциала агропромышленного комплекса, определено управленческое решение насущных проблем развития предпринимательства на селе.

**Ключевые слова:** экономика, управление, водный бассейн, кадровый потенциал, численность, образование, предпринимательство, обучение, рейтинг.

**Введение**

На планете существуют тысячи рек, а среди них есть такие, которые пользуются особым почетом и уважением в народе - это река Урал длиной 2438 км и площадью бассейна в 231 тыс. км<sup>2</sup>, орошающая своими водами территории нескольких областей Республики Казахстан и Российской Федерации.

В настоящее время водный бассейн Урала – это важнейший индустриально-аграрный трансграничный регион Казахстана и России с населением более 4 миллионов человек, издревле выполняющий особую роль «ключа и врата в Азию» для «Великих исторических ворот» между Европой и Азией [1].

В настоящее время управление предприятием представляет собой умения и навыки работников, которые могут быть использованы для повышения эффективности в целях получения прибыли или достижения социального эффекта.

Научные исследования 2015-2020 гг. по теме: «Состояние кадрового потенциала агропромышленного комплекса в Западно-Казахстанской области» проводятся на производственной базе сельскохозяйственного предприятия КХ «Джафаров А.К.», которое расположено в живописном месте Байтерекского района области у правого притока Урала - реки Деркул.

Актуальность темы исследований обуславливается определяющим фактором развития кадрового потенциала, как наличие человеческих ресурсов, способных качественно решать поставленные задачи путем совершенствования квалификационных требований, которые влияют на показатели конкурентоспособности, экономического роста и эффективности предприятия.

Основной целью научного исследования является влияние водного бассейна реки Урал на управление сельскохозяйственным предприятием и комплексный анализ современного состояния кадрового потенциала агропромышленного комплекса Западно-Казахстанской области.



В связи с этим, требуется решение следующих задач: исследовать основные показатели, провести анализ состояния и выявление проблем, сформулировать приоритетные направления развития.

### **Материалы и методика исследований**

Объектом исследования является кадровый потенциал предприятий АПК Западно-Казахстанской области, предметом – социально-трудовые отношения, складывающиеся по поводу развития кадрового потенциала.

Теоретическую основу научных исследований составили труды отечественных и зарубежных экономистов в области развития кадрового потенциала, экономики и благосостояния населения.

Методологической основой научного исследования является системный подход, предполагающий всестороннее изучение развития кадрового потенциала предприятия в качестве целостной системы.

В настоящей работе использованы экономические, аналитические, сравнительные, и статистические методы, позволившие полностью во всех ракурсах рассмотреть исследуемую научную проблему.

Информационной базой научного исследования стали: аналитические материалы Агентства статистики РК, приоритетные государственные программы по социальному развитию, данные Департамента статистики Западно-Казахстанской области, методические материалы Областного Управления координации занятости и социальных программ, прогнозные данные социально-экономического развития региона, материалы отечественной и зарубежной периодической печати, сети Интернета.

### **Основные результаты исследований НИР**

Водохозяйственный комплекс должен эффективно обеспечивать отраслевую экономику и население водными ресурсами для удовлетворения хозяйственно-бытовых, производственных и сельскохозяйственных нужд.

Установлено, что чистой пресной воды на планете минимальное количество, и требуется рационально управлять водными ресурсами, чтобы их хватило на удовлетворение всех потребностей.

Из научных источников известно, что устойчивое развитие отраслей экономики любой страны в современном глобальном мире определяется наличием и самое главное состоянием водных ресурсов.

Западно-Казахстанская область обладает рядом конкурентных преимуществ, благодаря удобному географическому положению, уникальному природному потенциалу, имеющемуся производственному, научно-техническому, инновационному и человеческому потенциалу, а также транспортной инфраструктуре.

Крестьянское хозяйство «Джафаров А.К.» было основано в 1997 году и работает в полном соответствии с Законом Республики Казахстан «О крестьянских и фермерских хозяйствах» [2].

В эффективном продвижении вопросов совершенствования квалификационных требований по развитию кадрового потенциала немаловажная роль принадлежит решению проблемы численности работников и их динамики по годам.

На сельскохозяйственном предприятии используются водные ресурсы, и поэтому наблюдается положительная динамика, так в 2020 г. численность всех работников составила 70 человек, что на 25 человек больше аналогичного показателя 2008 года.

В организационной структуре предприятия преобладает основной персонал, который в 2020 году составил 77,1% от общего числа работников, при этом численность административно-управленческого персонала уменьшилась и составила 2 человека, что соответствует 2,9%.

Таким образом, динамика роста численности трудовых ресурсов предприятия за исследуемый период позволит в будущем руководству выполнить все намеченные плановые мероприятия по цифровизации бизнес процессов.

Оценка условий развития производства в том или ином районе начинается, прежде всего, с оценки водных ресурсов, которые по своему значению приближаются к топливно-энергетическим, составляющим основу базовых отраслей экономики.

Это обстоятельство требует проведения значительной работы по рационализации использования вод, осуществления долговременных программ по их экономии, освоения водно-сберегающих технологий, сокращение затрат воды на единицу продукции, внедрение прогрессивных норм расходования.

Средний сток воды в реке Урал – самом крупном водоеме Западно-Казахстанской области составляет 10 км<sup>3</sup>, но в 2020 году он опустился до 4 км<sup>3</sup>, а в 2019 году и вовсе достиг критического минимума – 3,9 км<sup>3</sup>.

Известно, что проблемы активной роли человека в обществе получили отражение в работах - А. Смита, Д. Рикардо, Дж. Кейнса, Й. Шумпетера, А. Маршалла и Й. Бен-Пората, влияние на становление концепции развития кадрового и человеческого потенциала оказали труды - К. Хака, К. Гриффина, Дж. Найта, А. Сена [3].

Опыт качественной работы менеджеров, накопленный в США, наглядно показывает, что самыми распространенными методами отбора персонала на работу стали собеседование, наведение справок и центры оценки.

В настоящее время для улучшения мер по совершенствованию квалификационных требований развития кадрового потенциала необходимо изучить существующий на предприятии образовательный уровень сотрудников.

На предприятии КХ «Джафаров А.К.» используются водные ресурсы, и поэтому улучшается образовательный уровень, так в 2020 году численность сотрудников с высшим образованием составила 5 человек или 7,1%, со средним специальным образованием трудятся - 11, что составляет 15,7% от общего количества работников.

Установлено, что в Сингапуре для предприятий бизнеса используется льготное налогообложение, цель в привлечении прямых иностранных инвестиций, государство является гарантом безопасности денежных средств, привлеченных в экономику.

В настоящее время актуальным вопросом менеджмента предприятия является цифровое обучение основам предпринимательства в рамках Программы «Дорожная карта занятости – 2025».

Так, в городе Уральске идет положительный процесс по обучению – это стабильное увеличения с 30 до 61 человека, который связан с урбанизацией и притоком молодежи из сельской местности.

Интересен подход Китая, где для переориентации с ресурсоемких производств в высокотехнологичные предприятия используются налоговые льготы, освобождаются от налогов предприятия, сферой интересов которых являются инновации [4].

Одна из главнейших проблем быстроизменяющегося глобального мира состоит в том, что во многих регионах существует дефицит чистой питьевой и пресной воды – это полуостров Индостан, Северо-Западный Китай, Юго-Западная часть Северной Америки, Ближний Восток, Западная Австралия, пустынные территории в Нигерии, Республике Бангладеш и Пакистане.

Кроме того, сегодня существует еще одна проблема водных ресурсов – это серьезное загрязнение прибрежных акваторий на всех континентах мира – нефтепродуктами, промышленными и коммунальными стоками, химическими веществами, твердыми бытовыми и радиоактивными отходами.

Рынок труда Западно-Казахстанской области характеризуется рядом экономических показателей – ежегодным устойчивым снижением уровня безработицы, ростом численности экономически активного и самостоятельно занятого населения.

Инструмент реализации – возрождение АПК, потому что наблюдается спад на селе, нарушаются цепочки поставок, не полностью предоставляет дотации, это ведет к сокращению посевных площадей под трудоемкие культуры, результат миграционный поток «село-город».

В конечном итоге, все это сформирует устойчивые условия для самоорганизации молодежи, развития творческих инициатив, отвечающих масштабам задач, стоящих перед страной - роста благосостояния граждан и совершенствования общественных отношений.

Для изучения кадрового потенциала агропромышленного комплекса руководителям необходима цифровая информация о получателях микро кредитов в рамках Программы «Дорожная карта занятости – 2025».

В рамках реализации предоставляется поддержка на создание или расширение собственного дела, количество участников Программы в 2020 году составило 472 человека и предусмотрено 915,4 млн. тенге.

Наблюдается рост количества лиц получивших микро кредиты, особенно у жителей города Уральска с 12 до 61 человека, или в денежном выражении с 28 до 120,4 млн. тенге, который неразрывно связан с процессом урбанизации - притоком молодежи из села.

Цифровые технологии связаны с мотивацией к труду, поэтому в HR-менеджменте выделяются пять сфер деятельности: обеспечение человеческими ресурсами, продуктивный менеджмент, вознаграждение за труд, обучение и развитие, отношение работников [5].

Существует сложная и фрагментарная система управления водными ресурсами и ученые экологи бьют тревогу о том, что резкое обмеление реки Урал приведет к необратимым последствиям.

Первый вариант решения – увеличение сброса воды с водохранилищ, но проблема состоит в том, что если откроют шлюзы крупного Ириклинского водохранилища в России, которое обслуживает крупный Магнитогорский медеплавильный завод, вся химическая ловушка хлынет большим потоком в реку Урал.

Второй вариант решения – снижение водопотребления крупными компаниями недропользователями, к примеру, нефтедобывающая компания «Тенгизшевройл» восполняет водные ресурсы региону только на 49 %, планирует увеличить до 70 %, но происходит это с большим опозданием.

Реальные исследования показывают, что рациональное использование существующих производственных факторов позволяет статистически составить рейтинг легкости ведения бизнеса по регионам страны.

Наиболее высокая легкость ведения бизнеса или совокупный рейтинг наблюдается в следующих регионах – первое место занял г. Алматы - 83,74, второе место Мангистауская - 83,04 и третье место – Актыбинская область - 81,67.

#### **Обсуждение полученных данных**

Установлено, влияние водного бассейна реки Урал на управление сельскохозяйственным предприятием и комплексный анализ современного состояния кадрового потенциала агропромышленного комплекса Западно-Казахстанской области.

#### **Выводы**

В результате научных исследований по изучению влияния водного бассейна реки Урал на управление сельскохозяйственным предприятием КХ «Джафаров А.К.» можно сделать следующие выводы:

1. Наблюдается положительная динамика, так в 2020 г. численность работников составила 70 человек, что на 25 человек больше аналогичного показателя 2008 года.
2. Улучшается образовательный уровень, в 2020 году численность сотрудников с высшим образованием составила 5 человек или 7,1 %.

#### **Список литературы**

1. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2018. 312 с. + вкл. 96 с.
2. Богдашкина И.В., Хусаинов Б.М., Джафаров А.К., Исенгалиева М.Е. Теоретические аспекты комплексного анализа кадрового потенциала предприятия // Ғылым және білім. - 2016.- №3. – С. 118-125.

3. Омаров Н.А. Формирование рынка труда и его влияние на занятость сельского населения // Проблемы агрорынка. - 2018. - №4. - С.41-45.

4. Развитие государственной поддержки предпринимательства. Зарубежный и казахстанский опыт [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://articlekz.com/article/17845>

5. Hamilton, Daniel S. The Transatlantic Digital Economy 2017: How and Why it Matters for the United States, Europe and the World Washington, DC: Center for Transatlantic Relations, 2017.

## АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ КӘСІПОРЫН БАСҚАРУҒА ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ СУ БАССЕЙІНІНІҢ ӘСЕРІ

**Хусайнов Б. М.**

*Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ.*

### **Аңдатпа**

Бұл мақалада Жайық өзені су бассейнінің ауылшаруашылығы кәсіпорнын басқаруға әсері мәселелері қарастырылады. Сонымен қатар, шаруа қожалығындағы жұмысшылар санының динамикасы көрнекі түрде көрсетілді, қызметкерлердің білім деңгейі анықталды. Ғылыми жұмыста азаматтарды кәсіпкерлік және бизнесті жүргізу негіздеріне оқыту көрсетіледі, Батыс Қазақстан облысының еңбек нарығының негізгі индикаторлары дәл шығарылған. Мақалада жеке тұлғалардың микро несиелерді алуы туралы, халықты қамтамасыз етуге бөлінетін қаржы қаражатының деңгейі туралы статистикалық ақпарат берілген. Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша бизнесті жүргізу жеңілдігінің стандарты рейтингі өткізілді. Агроөнеркәсіптік кешеннің кадрлық әлеуетін жетілдіру көрсетілді, ауылда кәсіпкерлікті дамытудың өзекті проблемаларын басқарушылық шешу айқындалды.

**Кілт сөздер:** экономика, басқару, су бассейні, кадрлық әлеует, саны, білім беру, кәсіпкерлік, оқыту, рейтинг.

## INFLUENCE OF THE URAL RIVER WATER BASIN ON MANAGEMENT AGRICULTURAL ENTERPRISE

**Khussainov B.M.**

*West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan,  
Uralsk, Republic of Kazakhstan*

### **Abstract**

This article discusses the impact of the Ural River water basin on the management of an agricultural enterprise. At the same time, the dynamics of the number of farm workers in the time section is clearly shown, and the educational level of employees is determined. The scientific work demonstrates the training of citizens in the basics of entrepreneurship and doing business, accurately displays the main indicators of the labor market of the West Kazakhstan region. The article provides statistical information on the receipt of micro-loans by individuals, on the level of financial resources allocated to support the population. A standard rating of the ease of doing business in the regions of the Republic of Kazakhstan was conducted. The improvement of the personnel potential of the agro-industrial complex is shown, the management solution of the pressing problems of the development of entrepreneurship in rural areas is determined.

**Keywords:** economy, management, water basin, personnel potential, number, education, entrepreneurship, training, rating.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КЫРГЫЗСТАНА

**Шералиева Ж.А., Кожогулова В.С.**

*Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,  
г. Бишкек, Кыргызстан*

### **Аннотация**

Одной из главных проблем на сегодняшний день является нерациональное использование водных ресурсов. Ежегодное уменьшение количества воды, разрушенные системы внутриводхозяйственной ирригации, вследствие чего в оросительный сезон вода, не доходя до полей фермеров, теряется инфильтруясь в почву в объеме от 30 до 40 процентов. Вторую проблему, которую хочется выделить, это ветхость и заиленность большей части ирригационной системы, которая насчитывает уже не один десяток лет. Фермеры, объединенные в Ассоциации водопользователей, не справляются с обязательствами, возложенными на АВП. Вопрос, кому можно было бы передать ответственность за доставку поливной воды, если управление поливной водой в лице Ассоциации водопользователей не справляется с обязанностями, остается открытым. Имеются вопросы по регулированию тарифов на поливную воду, которые не учитывают конечный результат, т.е. не делается привязка ставки тарифа с доходностью орошаемых земель. В статье анализируя имеющиеся вопросы в водном хозяйстве Кыргызстана, предложен ряд мер для решения обозначенных проблем.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, орошаемая площадь, ассоциации водопользователей, тарифы за услуги по доставке поливной воды.

### **Введение**

Вода занимает главное место в жизнеобеспечении любого государства. Является мощным преимуществом и инструментом в руках, которые владеют чистыми природными водными ресурсами. Кыргызстан - уникальная страна, которая благодаря своему географическому положению имеет множество ледниковых гор, а это и есть водная обеспеченность, безопасность и защищенность. Это преимущество необходимо сохранить, чтобы защитить свое государство от внешних воздействий и различного давления. Также необходимо помнить, что защита национального достояния - чистой природной воды - является основой будущего страны.

В настоящее время на орошаемых землях Кыргызстана все усилия должны быть направлены на совершенствование экономического механизма рационального использования водных и земельных ресурсов, системы водопользования. Как известно, организация водохозяйственной деятельности в целом строится на следующих взаимосвязанных уровнях иерархии - межгосударственном, национальном, местном (область, район) и на низшем уровне водопользования, которое представлено непосредственно сельхозпроизводителями: фермеров, сельскохозяйственных кооперативов, товариществ и других хозяйствующих субъектов.

### **Методика исследований**

При выполнении работы использовались такие методы исследований, как наблюдение и сбор фактов, обобщение, систематизация и сравнительный анализ.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Основными требованиями к рациональному использованию водных ресурсов являются отказ от административного распределения водных ресурсов, введение экономического механизма водопотребления, широкое вовлечение водопользователей и общественного мнения в управление и охрану водных ресурсов, водных ресурсов. водосбережение. Управление водными ресурсами должно приобрести специализированные формы межотрас-

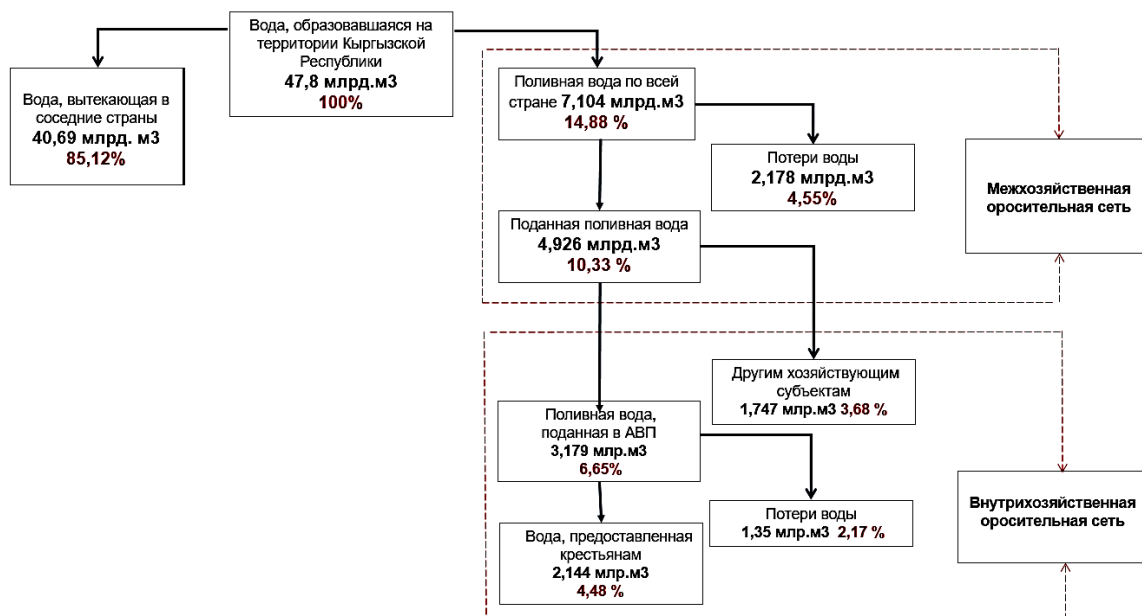
левого характера, сочетающие функции охраны окружающей среды, управления и распределения для обеспечения требований общества и природы к водным ресурсам. В результате появляется структура комбинации государственного управления в верхах с сохранением автономных и полуавтономных структур на нижних уровнях иерархии.

На нижних уровнях многие функции управления были переданы от республиканских к местным исполнительным органам, ассоциациям водопользователей. Это связано с реструктуризацией управления и улучшением сервисных услуг водопользователей нижнего уровня, широким вовлечением самих водопользователей в процесс управления и контроля за использованием водных ресурсов, возможностью привлечения дополнительных материально-технических и инвестиционных фондов, вызывающие заинтересованность всех водопользователей и водных объектов в экономном использовании денежных средств и воды. [1]

Кыргызстан расположен в истоках многих рек и богат ресурсами как поверхностных, так и подземных вод. Территория Кыргызской Республики является истоком рек Тарим, Амударья, Сырдарья, Чу и Талас. Потенциальные запасы подземных вод оцениваются в 13 миллиардов кубометров.

В стране 1923 озера. Запасы воды в озерах оцениваются в 1745 км<sup>3</sup>, или 71% от национальных запасов влаги. (Из них 1731 км<sup>3</sup>, т.е. 99,2% всех озер принадлежат Иссык-Кулю). Озера входят в крупнейшие бассейны: Иссык-Куль, Сон-Куль, Чатыр-Куль, Сары-Челек. Остальные относятся к бассейну реки Сырдарья. [2]

Как показано на **рисунке 1**, в настоящее время общий многолетний речной сток страны составляет в среднем 47,8 км<sup>3</sup>. Около 15% речных водных ресурсов Кыргызской Республики используются на территории республики, в основном, для орошения, производства и коммунальных услуг, а остальная часть уходит на территорию соседних стран. Общая протяженность оросительных каналов в Кыргызской Республике составляет 27 531,5 км. В частности, 5 794,5 км каналов находятся в ведении Водного агентства, 18 413,0 км - в ведении АВП, а остальные 3 324 км - в ведении айыл окмоту и других хозяйствующих субъектов.



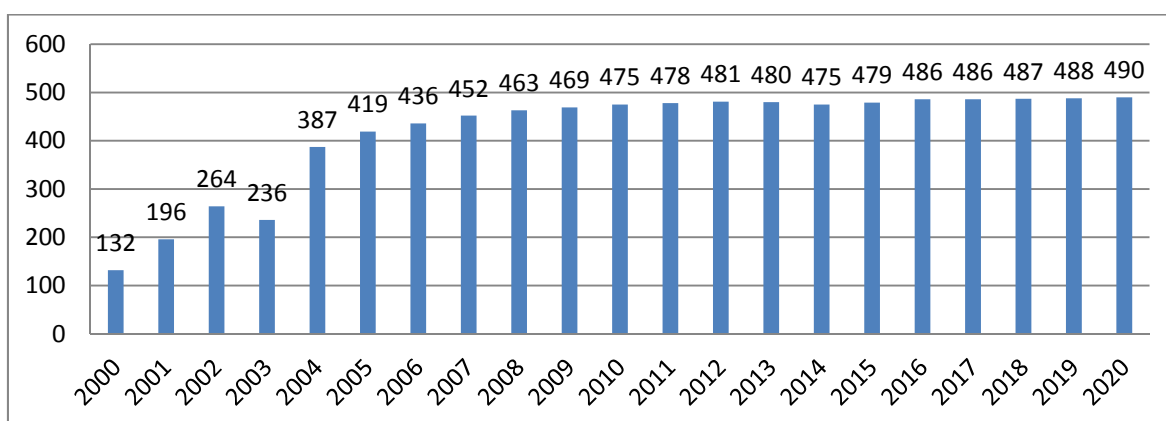
**Рисунок 1** – Использование водных ресурсов

В целом объем поливной воды по стране в 2020 году достиг 7 млрд. 104 млн. м<sup>3</sup>, общий объем воды, подаваемой на орошение, составляет 4 млрд. 926 млн. м<sup>3</sup>. Потери воды в системе межхозяйственного орошения оцениваются в 2 млрд. 178 млн. м<sup>3</sup> или 31%.

Общая орошаемая площадь страны составляет 1 023 675 га. Из них 754 728 га (то есть 74%) орошаемых земель обслуживаются АВП. Остальные 268 947 га орошаемых земель находятся в ведении других хозяйствующих субъектов (фермерских хозяйств).

Общий объем воды, принятой АВП на 754 728 га орошаемых земель, составляет 3 млрд. 179 млн. м<sup>3</sup>. (обычно обслуживается АВП). Общий объем воды, поставляемой фермерам для орошения, составляет 2 миллиарда 144 млн. кубометров. Потери воды во внутренней оросительной системе составили из них 1 млрд. 35 млн. м<sup>3</sup> или 33%.

В соответствии с Законом Кыргызской Республики «Об ассоциациях (ассоциациях) водопользователей и союзах водопользователей» от 15 марта 2002 года №38 Ассоциация водопользователей создана как некоммерческая организация, действующая в интересах общества и предоставляет воду для орошения землевладельцам и пользователям сельскохозяйственных земель для использования и обслуживания определенных ирригационных систем. [3].



**Рисунок 2** – Динамика образования АВП в Кыргызской Республике за 2000-2020 гг.

Как показывает рисунок 2, если в 2000 году количество АВП составляло всего 132, то в 2004- года резко увеличились ассоциации водопользователей (в 3 раза), в последующие 15 лет резкого скачка количества зарегистрированных Ассоциаций водопользователей не наблюдалось.

По состоянию на 4 квартал 2020 года зарегистрировано 490 ассоциаций водопользователей (АВП), а площадь орошаемых земель, принадлежащих АВП, составила 756,8 тыс. га, или 74 процента от общей орошаемой площади. В **таблице 1** приведены данные количества зарегистрированных АВП по областям КР, их часть обслуживаемой площади в общей орошаемой площади соответственного региона.

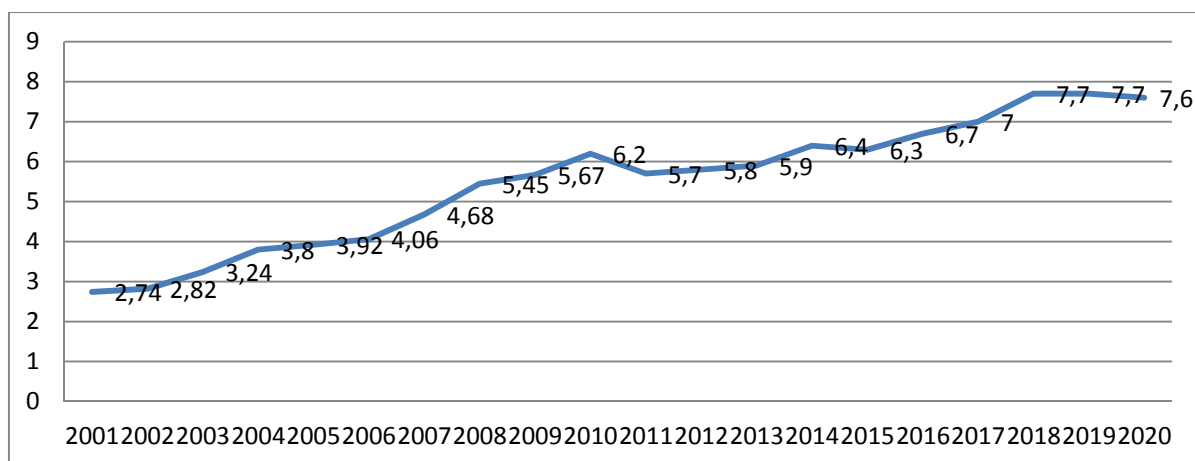
**Таблица 1** – Орошаемая площадь, обслуживаемая АВП КР на 1.02.2021г.

Области	Общая орошаемая площадь, тыс. га	Количество зарегистрированных АВП	Орошаемая площадь, обслуживаемая АВП, тыс га	%
Баткенская	57 772	32	47 451	82
Жалал-Абадская	125 017	71	99 782	80
Ысык-Кульская	156 998	64	119 558	76
Нарынская	120 480	51	70 814	61
Ошская	129 120	88	100 529	78
Таласская	112 656	70	92 281	82
Чуйская	321 615	114	226 339	70
По республике	1 023 658	490	756 754	74

Принятие в 1994 г. Закона «О воде», предусматривающего введение механизмов платного водопользования, свидетельствовало о неспособности государства покрывать ирригационные издержки из бюджетных средств. Но практическая реализация этих механизмов началась только в 1996 г. На основании: Постановления Законодательного собрания Жогорку Кенеша Кыргызской Республики «О согласовании тарифов на услуги водоснабжения эксплуатирующими организациями Министерства водного хозяйства Кыргызской Республики» (№208 а-1 от 26 сентября, г. 1995); Постановления Правительства КР «Об утверждении тарифов за услуги по подаче воды эксплуатационными водохозяйственными организациями Министерства водного хозяйства КР» (№455 от 26.10.1995 г.) [4].

Водные ресурсы, поступающие в оросительные системы, становятся поливной водой, т.е. участниками бизнеса, средствами производства и получения дохода от орошаемых земель, также как и горюче-смазочные материалы, удобрения и т.д. Однако сегодня при регулировании тарифов на поливную воду не учитывается конечный результат, т.е. не делается привязка ставки тарифа с доходностью орошаемых земель. В результате тарифы на оросительную воду регулируются практически бессистемно. Ожидаемое повышение продуктивности орошаемых земель не приведет к улучшению экономики водохозяйственных организаций, а без этого невозможно достичь ожидаемой конкурентоспособности орошаемых земель.

Как показано на **рисунке 3**, в 2001 году средний тариф на поливную воду составлял 2,74 тыйын / м<sup>3</sup>, а к 2020 году - 7,6 тыйын / м<sup>3</sup>, и резкого повышения тарифов не было. То есть за 20 лет тариф увеличился всего на 5 тый/ м<sup>3</sup>[5].



**Рисунок 3** – Динамика тарифов на поливную воду, тый/м<sup>3</sup>

Следует отметить, что Кыргызская Республика сталкивается с рядом вызовов и проблем в области управления водными ресурсами, которые не решаются должным образом существующими ведомствами и организациями с помощью существующих экономических инструментов или не могут быть решены за счет имеющихся у отрасли доходов.

Есть проблемы с межгосударственным вододелиением, нет согласованной политики с соседними странами, стратегия и тактика стран Центральной Азии иррациональны. Для Кыргызстана несправедливо распределяется вода и ущемляются интересы республики на право развития водной и энергетической отрасли.

В связи с этим можно предложить следующие меры для решения вышеуказанных проблем:

1. В связи с острой нехваткой водохранилищ сезонного регулирования обязать все заинтересованные стороны начать создавать водоемы (водохранилищ) сезонного регулирования, очистить существующие заиленные.

2. Для решения основных вопросов водосбережения (улучшение технического состояния водохозяйственных систем, повышение уровня внедрения новых технологий



полива, повышение урожайности с гектара и кубометра воды) необходимо расширить использование рациональных методов полива и агротехнологии, способствующих эффективному использованию водных и земельных ресурсов. Стимулировать внедрение водосберегающих методов орошения, таких как капельное орошение, подземное орошение, полив по бороздам и полосам.

3. Расширить пропаганду, обучение, просвещение фермеров по культуре водопользования и агротехнике через СМИ, проекты технической помощи международных организаций. Действия по адаптации к изменению климата должны быть интегрированы в политику развития и планирования на всех уровнях региона: области, района, села. Местные сообщества еще не осознали, что нехватка воды и нехватка воды - это не единичный случай, а возможная долгосрочная тенденция, и необходимо начать планирование всей социально-экономической и экономической деятельности с учетом адаптационных мер.

4. Разработать Государственную программу комплексного управления водными ресурсами с учетом маловодия, включающую проведение соответствующих исследований и разработку проектов комплекса предупреждающих мер (на среднесрочную и долгосрочную перспективу):

5. Частным сельскохозяйственным производителям следует инвестировать достаточные средства в улучшение обслуживания и эксплуатации внутривладельческих ирригационных сетей.

6. Активно и последовательно продвигать водно-политические цели Кыргызстана на международной арене. Необходимо активизировать процессы продвижения реформ в водном секторе экономики, в условиях усиления конкуренции за воду и использования фактора воды в геополитике.

### **Выводы**

Несмотря на обилие водных ресурсов, Кыргызстан сталкивается с нехваткой воды, как для орошения, так и для питьевых нужд. Данная тенденция может усиливаться в маловодные периоды, и с каждым годом дефицит будет ощущаться все больше. Значительная часть забираемых вод в республике теряется при использовании. Причина потерь заключается в неудовлетворительном техническом состоянии ирригационных и водораспределительных систем, износе оборудования, применении несовершенных методов полива, большой рост ила в водоёмах и каналах. Нельзя забывать о том, что вода, это жизнь и в ближайшее время нужно сделать всё возможное, чтобы сохранить этот ресурс.

### **Список литературы**

1. Есполов Т.И.. Агропромышленный комплекс Казахстана: экономика водного хозяйства. -Алматы, 2007 г.

2. Сайт Государственного агентства водных ресурсов при Правительстве КР  
[https://water.gov.kg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=252&Itemid=1308&lang=ru](https://water.gov.kg/index.php?option=com_content&view=article&id=252&Itemid=1308&lang=ru).

3. Закон Кыргызской Республики от 15 марта 2002 года №38 «Об объединениях (ассоциациях) водопользователей и союзах ассоциаций водопользователей»

4. Кожоев Э. Меры и рекомендации по улучшению собираемости платы за ирригационные услуги. Департамент водного хозяйства Министерства сельского и водного хозяйства и перерабатывающей промышленности Кыргызской Республики.

5. Поливная вода и системы орошения земель в Кыргызстане. <http://www.barakel-demag.kg/articles/material-4/>.

## ECONOMIC PROBLEMS OF WATER SECTOR IN KYRGYZSTAN

**Sheralieva Zh.A., Kozhogulova V.S.**

*Kyrgyz National Agrarian University. K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyzstan*

### **Abstract**

One of the main problems today is the irrational use of water resources. An annual decrease in the amount of water, destroyed on-farm irrigation systems, as a result of which, during the irrigation season, water, not reaching the farmers' fields, is lost infiltrating into the soil in the amount of 30 to 40 percent. The second problem that I would like to highlight is the dilapidation and silting of most of the irrigation system, which has been going on for more than a dozen years. Farmers united in Water Users Associations fail to meet the obligations imposed on WUAs. The question to whom the responsibility for the delivery of irrigation water could be transferred if the irrigation water management represented by the Water Users Association does not cope with its responsibilities remains open. There are issues related to the regulation of irrigation water tariffs that do not take into account the final result, i.e. the tariff rate is not linked to the profitability of irrigated lands. In the article, analyzing the existing issues in the water sector of Kyrgyzstan, a number of measures are proposed to solve the indicated problems.

**Key words:** water resources, irrigated area, water users associations, tariffs for irrigation water delivery services.

## ҚЫРҒЫЗСТАНДАҒЫ СУ СЕКТОРЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

**Шералиева Ж.А., Кожогулова В.С.**

*Қырғыз ұлттық аграрлық университеті. Қ.И. Скрябин, Бішкек, Қырғызстан*

### **Аңдатпа**

Бүгінгі күннің басты проблемаларының бірі - су ресурстарын ұтымсыз пайдалану. Шаруашылықтағы суару жүйелерінде бұзылған су мөлшерінің жыл сайынғы төмендеуі, нәтижесінде суару маусымы кезінде фермерлердің егістігіне жетпейтін су топыраққа сіңіп 30-40 пайызға дейін жоғалады. Мен атап өткім келетін екінші мәселе - он жылдан астам уақыттан бері жалғасып келе жатқан суару жүйесінің көпшілігінің тозуы және сүргілеуі. Су пайдаланушылар қауымдастығына біріккен фермерлер СПА-ға жүктелген міндеттемелерді орындамайды. Су пайдаланушылар қауымдастығы ұсынған суармалы суды басқару өзінің міндеттерін шеше алмаса, суармалы суды жеткізу жауапкершілігі кімге берілуі мүмкін деген сұрақ ашық. Соңғы нәтижені ескермейтін суармалы су тарифтерін реттеуге байланысты мәселелер бар, яғни тарифтік мөлшерлеме суармалы жерлердің рентабельділігімен байланысты емес. Мақалада Қырғызстанның су саласындағы бар мәселелерді талдай отырып, көрсетілген проблемаларды шешу үшін бірқатар шаралар ұсынылған.

**Кілт сөздер:** су ресурстары, суармалы аймақ, су пайдаланушылар қауымдастығы, суармалы суды жеткізу қызметтерінің тарифтері.

СИСТЕМА МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ  
АКИМАТА КАРАСАЙСКОГО РАЙОНА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Омаркулова М.Б., Ахметов Ч.**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет*

**Аннотация**

В данной статье приведен анализ системы мотивации персонала государственных служащих на примере акимата Карасайского района Алматинской области. Исследованы существующая система мотивации, а также уровни мотивации персонала, был использован метод анкетирования, респонденты отвечали на вопросы, которые помогли выявить, какие факторы и изменения могли бы способствовать повышению личной трудовой активности и работы отдела в целом.

**Ключевые слова:** Управление, мотивация, государственная служба, оплата труда.

**Введение**

Стратегическое управление государственных служащих для экономики Казахстана относительно новое явление, необходимость которого возникла в ходе перехода к рыночной экономике с большой экономической самостоятельностью государственных образований.

Основной задачей стратегического управления является формирование механизмов долгосрочного устойчивого развития. Функциями стратегического управления являются:

- планирование стратегии;
- организация выполнения стратегических планов;
- координация действий по реализации стратегических задач;
- мотивация на достижение стратегических результатов;
- контроль за процессом выполнения стратегии.

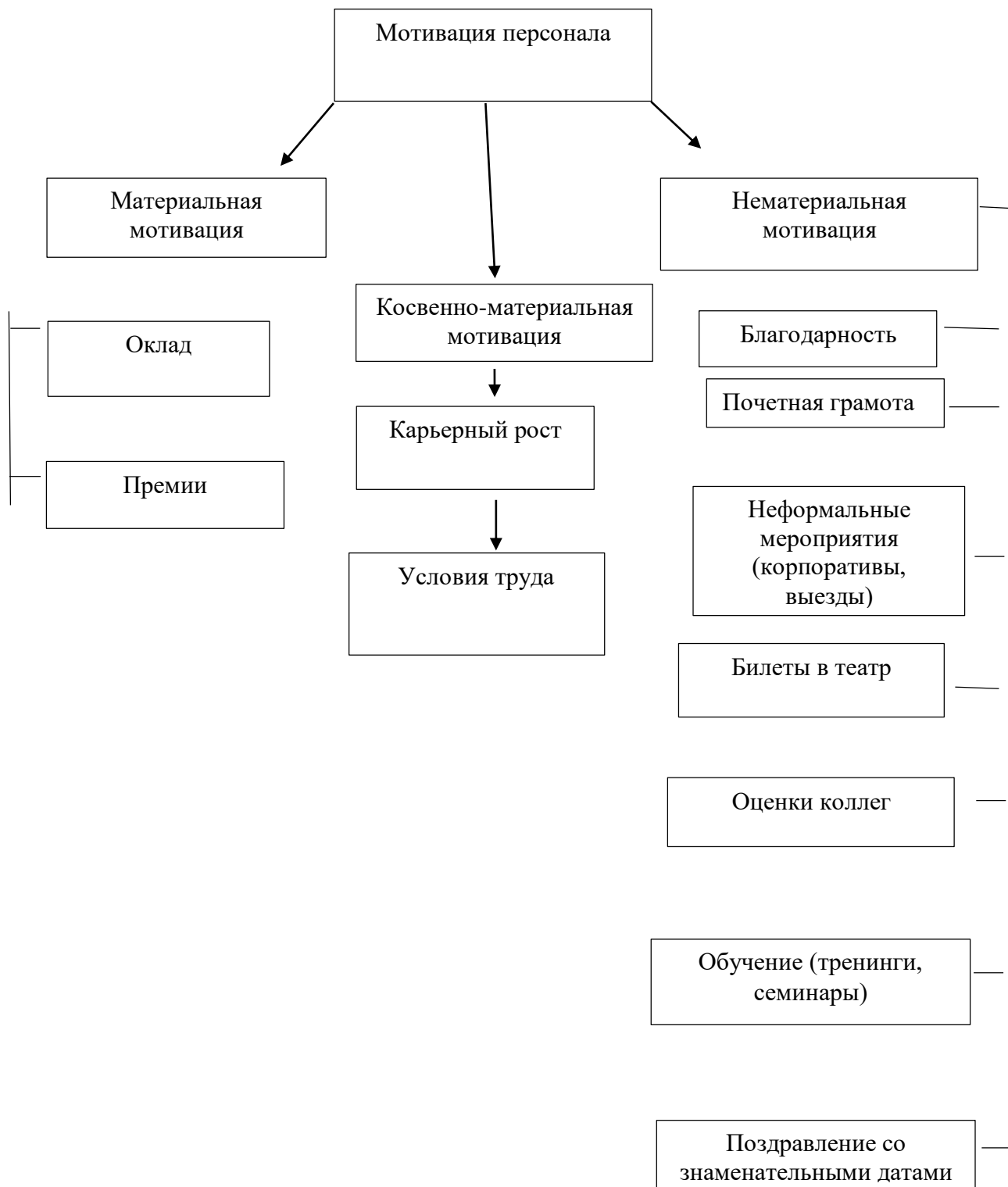
Особенное внимание в стратегическом управлении должно уделяться именно мотивации на достижение результатов, так как процесс реализации стратегии невозможно обеспечить без персонала и его производительности труда.

Мотивация труда государственных служащих - совокупность внутренних и внешних движущих сил, которые побуждают государственного служащего к деятельности, задают границы и формы деятельности и придают этой деятельности направленность, ориентированную на достижение определенных целей.

Среди отличительных особенностей труда государственных служащих можно выделить следующие:

- разработанные показатели в области мотивации работников других сфер малоприменимы;
- специфическая регламентация служебных отношений;
- неопределенность оценки конечных результатов работы;
- отсутствие прямой связи между трудовой активностью служащих и заработной платой;
- отсутствие реальных механизмов стимулирования производительности труда (например, надбавки низки и ограничены бюджетом);
- повышенная роль нематериального стимулирования из-за низкой материальной составляющей.

Система мотивации Акимата Карасайского района представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1** -Мотивация персонала в администрации Акимата Карасайского района  
 Источник: составлено автором на основе данных специалиста по кадровой работе

Исходя из данной схемы, видно, что к нематериальной части относятся различные неформальные мероприятия, возможности бесплатного обучения, благодарности и другое. Основой материального стимулирования персонала является заработная плата. Минимальный размер оплаты труда работников государственных бюджетных и казенных учреждений с учетом всех выплат составляет 84115 тенге. <https://findhow.org/206-skolko-poluchayut-gossluzhashhie-v-kazahstane.html>

Оплата труда работников состоит из:

- 1) должностного оклада;
- 2) дополнительных выплат.

Для исследования существующей системы мотивации в организации и уровня мотивации персонала, был использован метод анкетирования. Анкетирование было анонимным и заполнялось сотрудниками в бумажной форме.

Анкета состояла из 10 вопросов: 8 закрытых и 2 открытых. Важной характеристикой анкеты является четкость формулировки и существенность вопросов для проводимого исследования.

Первые три вопроса («Ваш возраст», «Ваш пол» и «Сколько лет Вы работаете в администрации Акимата?») были направлены на выявление основной возрастной категории в коллективе и устойчивости рабочего состава.

Далее были представлены вопросы, непосредственно связанные с темой исследования.

Четвертый вопрос был направлен на выявление степени удовлетворенности работой сотрудниками и представлял собой закрытый вопрос с возможностью выбора только одного варианта ответа.

Пятый закрытый вопрос с выбором нескольких вариантов ответов позволял выявить методы нематериального стимулирования, используемые в организации.

Шестой вопрос также был закрытым с возможностью выбора нескольких ответов. С помощью него можно определить, проводятся ли мероприятия различной направленности (обучение, отдых, сплочение) для трудового коллектива.

В седьмом вопросе были представлены 18 мотивирующих факторов к работе, из которых необходимо выбрать 5 самых важных и проранжировать от 1 до 5 (1 – самое важное в списке).

Восьмой вопрос представлял собой шкальный, в котором надо было оценить по десятибалльной шкале свой уровень трудовой активности, где 10 – «выкладываюсь на 100%».

Девятый и десятый вопросы были открытыми. Респонденты отвечали на вопросы, которые помогают выявить, какие факторы и изменения могли бы способствовать повышению личной трудовой активности и работы отдела в целом.

Перейдем непосредственно к анализу результатов данного анкетирования.

Всего в анкетировании приняло участие 24 человека. Решение о выборе данного количества опрошиваемых объясняется реальностью обработки полученных данных и их предполагаемой объективностью (представители различных уровней и различных отделов). Из них 15 человек являются сотрудниками комитета финансов и экономики в администрации, 5 человек из комитета по управлению государственным имуществом и 4 человека из юридического отдела.

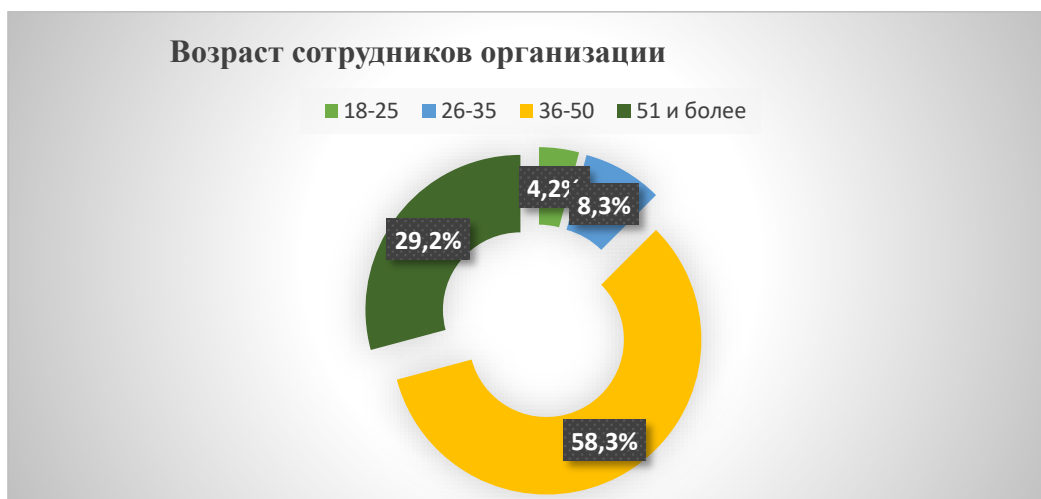
По гендерному составу участников, в коллективе явно преобладают женщины: 86,4% (19 человек) - женщины и 13,6% (5 человек) - мужчины.



*Источник: составлено автором на основе анкетных данных*

Средний возраст трудового коллектива около 45 лет. 58,3% (14 человек) респондентов находятся в промежутке от 36 до 50 лет, у 29,2% (7 человек) опрошенных возраст более 51 года. 4,2% опрошенных – от 18 до 25 лет и 8,3% - от 26 до 35 лет.

При этом % сотрудников (12 человек) работают в Акимате Карасайского района больше 8 лет. 33,3 % (8 человек) ответили «4-7 лет». С полным распределением вариантов ответов можно ознакомиться на диаграммах ниже.



*Источник: составлено автором на основе анкетирования*



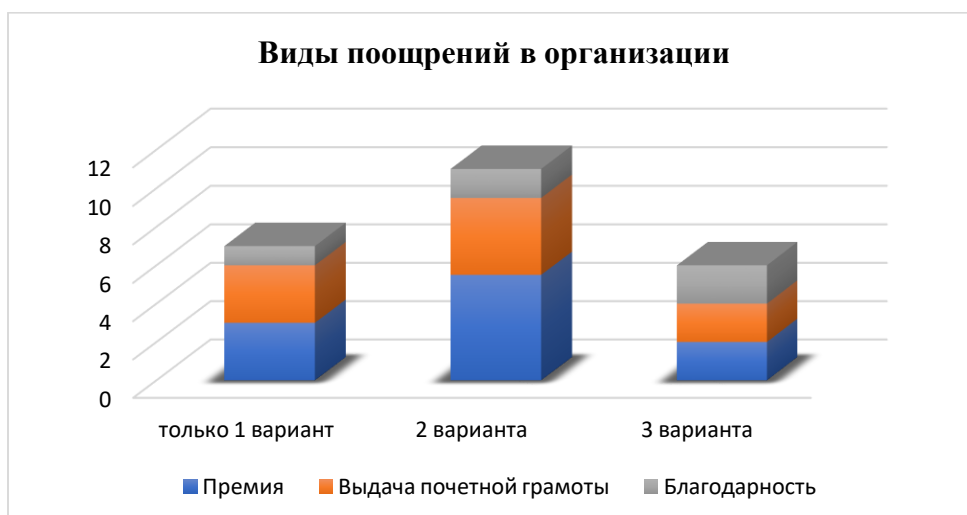
*Источник: составлено автором на основе анкетирования*

Также проведенное исследование показало, что почти все респонденты полностью (37%) или в большей степени (41%) удовлетворены работой в администрации (19 человек), что показывает и стаж работы в администрации Акимата.



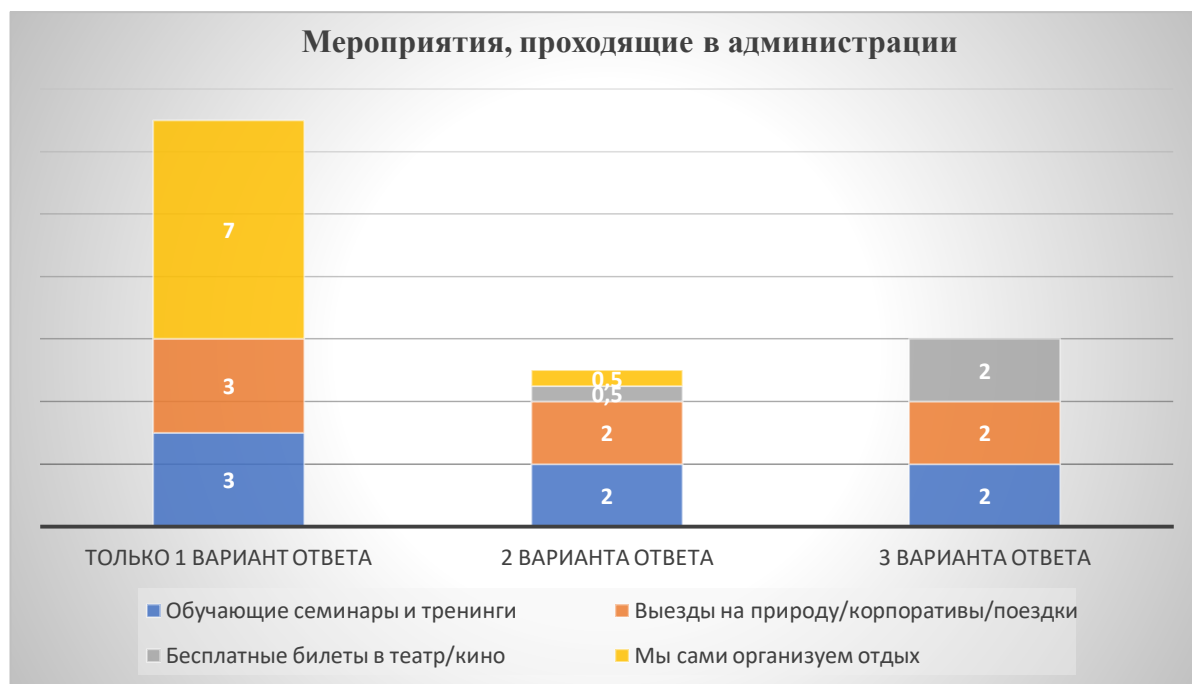
*Источник: составлено автором на основе анкетирования*

Ответы респондентов на вопрос, касающийся видов поощрений в администрации, показали расхождения между сотрудниками одного отдела. Скорее всего это связано с неосведомленностью сотрудников о существующих методах стимулирования в организации, недостаточной открытостью информации. Так, только 1 вариант ответа выбрали 7 человек, три человека отметили премию, три человека - выдачу почетной грамоты и один человек – благодарность. 11 человек отметили два варианта ответа – премия и выдача почетной грамоты или премия и благодарность. 6 человек отметили все предыдущие варианты. Вариант ответа «награждение ценным подарком» не выбрал никто из опрошенных.



*Источник: составлено автором на основе анкетирования*

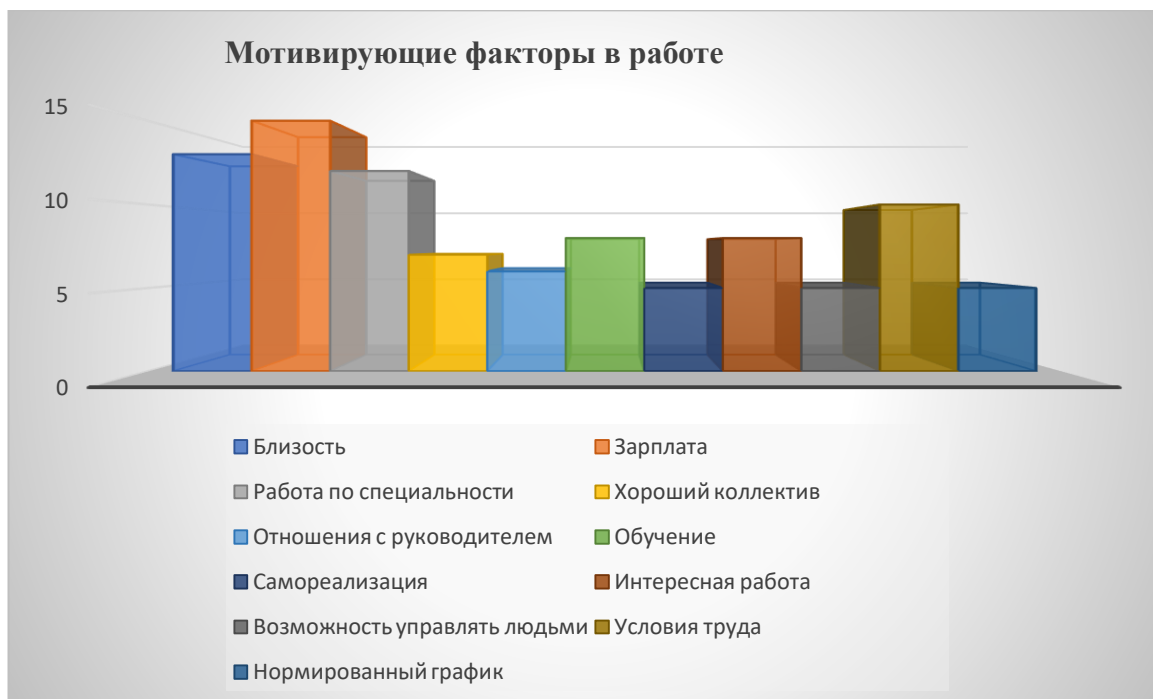
Результаты, полученные в следующем вопросе, также показывают расхождения в вопросе организации досуга сотрудников вне рабочего времени. Так, 8 человек отметили вариант, о том, что коллектив сам организует отдых, а 6 сотрудников выбрали все предложенные варианты мероприятий. После личных бесед с сотрудниками я выяснила причину столь разных ответов. Все мероприятия в администрации, кроме обучающих семинаров и тренингов, проводятся на платной основе. По очереди сотрудники одного из отделов берут на себя организацию корпоратива, праздника (и т.д.), подсчитывают необходимую для этого сумму, делят на количество участников и скидываются из собственных средств. Поэтому часть сотрудников полагает, что коллектив самостоятельно организует неформальные мероприятия. Ответы на данный вопрос можно просмотреть в диаграмме ниже.



*Источник: составлено автором на основе анкетирования*

В 7 вопросе опрошенные выбрали из предложенных мотивирующих факторов в работе 5 самых важных. Большинство сотрудников (13 человек) отметили на первом месте близость к дому, что не удивительно. Например, дорога до администрации даже от самых дальних точек города занимает 15-20 минут пешком. Население города Каскелен постоянно растет, но количество рабочих мест не увеличивается. Поэтому большинство населения работает в Алматы. Для того, чтобы добраться до места работы на машине в час-пик потребуется не меньше часа. Также сотрудники выделили такие факторы, как работа по специальности, зарплата, обучение, условия труда, хороший коллектив, отношения с руководителем, нормированный рабочий график и интерес к работе.





*Источник: составлено автором на основе анкетирования*

В 8 вопросе сотрудники оценили уровень своей трудовой активности. Большинство опрошенных (15 человек) считают, что выкладываются на 100%. 14% сотрудников отметили 9 из 10 баллов. 2 человека оценили уровень трудовой активности на 8 баллов, и один человек отметил, что работает только в половину своих возможностей (5 баллов).



*Источник: составлено автором на основе анкетных данных*

Также часть респондентов написали факторы, которые способствовали бы повышению собственной трудовой активности и развитию работы отдела. К факторам, мотивирующих сотрудников относятся: увеличение видов поощрений сотрудников, наличие просторных, современно оборудованных офисных помещений, выдача премий, обеспечение дополнительного образования и курсов повышения квалификации, а также социальные бонусы (например, путевки в санаторий).

Для повышения результативности работы отдела сотрудники считают необходимым увеличение числа обучающих (практических) семинаров и тренингов, обеспечение высокоскоростной бесперебойной работы информационных порталов и программ, создание комфортных условий труда (площадь рабочего места, кондиционер, новая техника).

Таким образом, по результатам данного исследования можно сделать вывод о том, что в Акимате Карасайского района устойчивый, давно сложившийся коллектив, который самостоятельно организует досуг, для неформального взаимодействия. Основными положительными тенденциями в системе мотивации администрации можно выделить следующие – бесплатное обучение сотрудников, проведение тренингов и семинаров в организации. К недостаткам системы относятся:

- низкая информированность персонала о системе мотивации, о ее изменениях, о деятельности рабочего коллектива;
- непродуманность системы на этапе реализации (многие факторы мотивации присутствуют только на бумаге)
- премиальный фонд распределяется по усмотрению руководителя, без определенной системы;
- акцент на материальное стимулирование (при ограниченном фонде оплаты труда не совсем правильно).

В целом, администрации акимата необходимо совершенствование системы мотивации.

## АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ҚАРАСАЙ АУДАНЫ ӘКІМДІГІ МЕМЛЕКЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕР ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРІНІҢ МОТИВАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІ

**Омаркулова М.Б., Ахметов Ч.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті*

### **Аңдатпа**

Бұл мақалада Алматы облысы, Қарасай ауданының әкімдігінің мысалында мемлекеттік қызметшілерді ынталандыру жүйесінің талдауы келтірілген. Қолданыстағы мотивация жүйесі, сондай-ақ персоналды ынталандыру деңгейлері зерттелді, сұрақ қою әдісі қолданылды, респонденттер жеке еңбек белсенділігі мен жұмысының өсуіне қандай факторлар мен өзгерістер ықпал ете алатындығын анықтауға көмектескен сұрақтарға жауап берді. Тұтастай алғанда бөлім.

**Кілт сөздер:** Менеджмент, уәждеме, мемлекеттік қызмет, еңбекақы.

## THE SYSTEM OF STAFF MOTIVATION OF CIVIL SERVANTS OF THE AKIMAT OF KARASAI DISTRICT OF ALMATY REGION

**Omarkulova M.B., Akhmetov Ch.**

*Kazakh National Agrarian Research University*

### **Abstract**

In this article, the analysis of the personnel motivation system of civil servants on the example of the akimat of the Karasai district of Almaty region. The existing motivation system, as well as levels of staff motivation, was investigated, the method of questioning was used, respondents answered questions that helped to identify what factors and changes could help improve personal work activity and the department's work as a whole.

**Keywords:** Management, motivation, civil service, remuneration.

## КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

Ли С.О<sup>1</sup>., Рахимбаев Э.Н<sup>1</sup>., Юсупов У.Ж<sup>2</sup>.,

<sup>1</sup>*Евразийская юридическая академия им. Д.А. Кунаева,*

<sup>2</sup>*Академии права, бизнеса и образования, г. Джалал-Абад, Кыргызская Республика*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются правовые основы, вопросы и проблемы экологического состояния и рационального использования водных ресурсов в странах Центральной Азии и Казахстана, проблемы управления водными ресурсами, формирования эффективной системы управления водными ресурсами.

**Ключевые слова:** Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Центральная Азия, экология, водные ресурсы, водные отношения, охрана и развитие водных ресурсов, охраны окружающей среды, рациональное использование водного фонда, система управления, формирование, модернизация, система использования водных ресурсов.

### **Введение**

Одной из основных проблем в странах Центральной Азии особняком стоит проблема распределения и использования ограниченных водных ресурсов. Проблемы, связанные с водными ресурсами в странах Центральной Азии, затрагивают самое основное право человека - право на жизнь, поскольку вода — это жизнь. Вода по законам формирования и по природным характеристикам, относится, наряду с атмосферным воздухом к группе ресурсов, имеющих трансграничные характеристики. Все страны, вовлеченные в систему трансграничных водных систем, вынуждены сотрудничать в управлении и использовании водных ресурсов. В мире около 30 % поверхностного стока рек являются трансграничными, 68 стран мира используют трансграничные водные ресурсы, в соответствии с международными нормами и национальным законодательством [14, 16, 17, 18].

Конституционно-правовые основы рационального использования водных ресурсов в странах Центральной Азии и Казахстана, взаимовыгодное сотрудничество являются в современных условиях имеют весьма актуальной и важной проблемой. От успешного решения данной проблемы зависит повышение благосостояния и качества жизни населения Казахстана и его вхождение в число 30 наиболее развитых стран мира.

Материалы и методы. Водные отношения, теоретические основы, вопросы рационального и эффективного использования и охраны воды в той или иной степени были изучены такими учеными правоведами, как: А.М. Абдувалиев, В.Н. Акимов, Б.Ш. Баратова, С.Б. Байсалов, Н.А. Джанибекова, У.И. Илебаев, А.А. Кадыров, К.А. Калдырова, С.Г. Колесниченко, О.С. Колбасов, Э.М. Мамытбеков, Т.И. Неронова, Э.Н. Рахимбаев, М.Б. Убайдуллаев, С.А. Увайдаева, У.Т. Чортомбаев, Юсупов У.Ж и др. Их труды посвящены также исследованию общих принципов использования и охраны природных объектов, вопросов экологической политики государства, прав граждан на окружающую среду и др.

Правовые основы и опыт использования и охраны водно-экологических ресурсов в странах Центральной Азии представляют для нас особый интерес. До настоящего времени не создано какой-либо успешной правовой модели по решению водных проблем в регионе.

Кыргызстан является единственной страной, где водные ресурсы имеются в достаточной степени. Узбекистан, Туркменистан и Казахстана испытывают серьёзные проблемы с нехваткой водных ресурсов. Казахстан особенно испытывает недостаток воды в центральной, западной и восточной части страны [4]. Водные отношения в Республике Узбекистан (РУ) регулируются Законом «О воде и водопользовании». Водное законодательство Республики Таджикистан (РТ) основывается также на нормах Конституции РТ. Водный кодекс Республики Таджикистан регулирует вопросы, - «... охраны государственного водного фонда и земель государственного водного фонда для улучшения социальных условий населения и окружающей среды, охрана вод от загрязнения, засорения, истощения, предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод, улучшения состояния и защиты водных объектов, укрепление законности и охраны прав физических и юридических лиц в области водопользования [1].

Отношения, возникающие в области устойчивого и рационального использования водных ресурсов регулирует Водный Кодекс Туркменистана [2].

В Конституции Республики Казахстан также установлено, что воды, находятся в собственности государства. Право государственности на воду, использование водно-экологических ресурсов, охрану и развитие водных ресурсов, охраны окружающей среды закреплено в Водном кодексе, Экологическом кодексе Республики Казахстан и других законодательных актах.

Следует отметить, что в целом законодательство стран Центральной Азии за небольшим исключением содержит схожие нормы, которые регулируют водно-экологические отношения.

До настоящего времени не создана какая-либо эффективная правовая модель по решению водных проблем в регионе. Правовая интеграция является, на наш взгляд, условием для процветания стран Центральной Азии.

Экономики стран Центральной Азии будут сильными и смогут эффективно развиваться только при объединении усилий государств, в формировании инновационных, модернизированных правовых основ использования и охраны водно-экологических ресурсов.

Казахстанский ученый Сулейменова С.Ж. провела комплексное исследование теоретических и практических проблем механизма реализации норм водного права, обосновала и разработала концептуальные основы, теоретические положения по вопросам совершенствования законодательства в данной сфере и практики его применения [6].

В работе Сулейменова С.Ж. предлагает государствам Центрально-Азиатского региона разработать «Концепцию использования водных ресурсов трансграничных рек», которая позволила бы, как она считает, строить межгосударственные водные отношения по бассейнам рек стратегического и оперативного характера на двухсторонней и многосторонней основе. Автор утверждает, что данная концепция должна стать методологической основой развития национальных законодательств в части регулирования отношений по использованию и охране трансграничных водных объектов. Сулейменова С.Ж. считает, что,

- «В основе данного документа должны лежать следующие принципы: обеспечения гарантированного водообеспечения с расчетным объемом потребления на расчетном уровне, прежде всего, объектов коммунального водоснабжения, затем промышленности, теплоэнергетики и рыбного хозяйства; снабжение населения и объектов жизнеобеспечения качественной водой является приоритетным при распределении водных ресурсов трансграничных водотоков; при всей сложности водной проблемы ни одна сторона не должна наносить другой какого-либо ущерба; все стороны обладают одинаковыми правами на пользование водными ресурсами, и водные объекты не должны быть инструментом для получения политических и экономических выгод; ранее принятые соглашения и обязательства, регулирующие совместное использование трансграничных водных ресурсов,

признано действующим законодательством, поэтому существующие условия вододеления, имеющие такую правовую основу, могут не пересматриваться и должны строго соблюдаться» [6].

Сулейменова С.Ж. выявила некоторые недостатки современной отечественной водохозяйственной политики и представила следующий реестр наиболее масштабных из них: игнорирование в законодательстве опыта зарубежных правовых механизмов экосистемного подхода; нерациональное использование водных ресурсов, низкая эффективность инвестиций, недифференцированный подход к определению платы за водопользование; недооценка водного фактора в поддержании качества окружающей среды, здоровой экономики; устойчивая тенденция к ухудшению качества воды даже при снижении объемов промышленного производства; отсутствие механизмов разрешения противоречий между обществом, государством и отраслями, ведомствами; экономическими целями конкретных компаний и задачами охраны окружающей среды; интересами различных водопользователей [6].

В работе Мукашевой А.А. рассмотрены теоретические и методологические проблемы водного законодательства [7].

По результатам проведенного исследования Мукашева А.А. предлагает: закрепить в законодательстве Казахстана содержание специального режима хозяйственной деятельности, характеризующего водоохранную зону, и режима ограниченной хозяйственной деятельности, который устанавливается для водоохранной полосы; четко закрепить функциональные обязанности водопользователей и др.

Еркинбаева Л.К. предлагает по аналогии с Российской Федерацией разработать проект закона Республики Казахстан «Об упаковке и упаковочных отходах» [8]. Это на сегодня является одной из самых актуальных проблем, не только в странах Центральной Азии, но и во всем мире.

В качестве рекомендаций Сарсембаев М.А. предлагает разработать и заключить Соглашение между правительствами Кыргызстана и Казахстана, использовать принцип сервитута; использовать способ обмена территориями на равноценной основе. [11, С. 56–58].

Идеальным вариантом, считает Сарсенбаев М.А. явится вариант решения водных проблем путем создания Центрально-Азиатской Комиссии по использованию водохозяйственных сооружений и водопользованию. Это позволит обеспечить надлежащее управление водными ресурсами состоит в бассейновом управлении.

Сарсембаев М.А. считает, что такое коллективное управление будет способствовать достижению реальных договоренностей между странами соответствующего бассейна международной реки. Что касается дефицита питьевой воды в Казахстане, то Бекмухаметова К.М. считает, - «дефицит водных ресурсов можно решить путем применения различных подходов, в том числе экономии водных ресурсов, внедрения инновационных технологий по водообеспечению и водоотведению для обеспечения населения качественной питьевой водой» [12].

Общая площадь оледенения в Республике Казахстан составляла 2033,3 км, общий объем сохраняемых в них запасов водных ресурсов - 95 км. что близко к величине годового стока всех рек государства [16, 18]. Практически половина площади оледенения Республики Казахстан приходится на горы Джунгарского Алатау (1000 км), второе место занимает Заилийский и Кунгей Алатау (660,7 км<sup>2</sup>), третье - Терскей Алатау (144,9 км<sup>2</sup>), затем следует Казахстанский Алтай с Сауром (106,2 км<sup>2</sup>) и хребты Кыргызского и Таласского Алатау (101,5 км<sup>2</sup>) [13].

Все вышеизложенное подтверждает, что в современных условиях Казахстан все еще продолжает сталкиваться с водными проблемами и проблемами экологии, внедрением «Зеленой экономики».

Таким образом, мы рассмотрели правовые основы, а также вопросы и проблемы рационального использования водных ресурсов в странах Центральной Азии. Как было ранее нами отмечено, странам Центральной Азии необходимо начать с совместного инновационного проекта сотрудничества, и возможности для сотрудничества есть. Результаты нашего анализа и предлагаемые рекомендации позволят, на наш взгляд, сформировать необходимые конституционно-правовые основы рационального использования водных ресурсов в странах Центральной Азии и Казахстана.

Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев в августе 2018 года заявил, что присутствует намерение соседних государств к сотрудничеству.

Выводы. На основании анализа водного законодательства стран Центральной Азии и Казахстана, а также современного состояния вопросов и проблем рационального использования водных ресурсов, проведенный выше, можно сформулировать вывод: если страны Центральной Азии и Казахстана будут эффективно сотрудничать и рационально инвестировать достаточные средства в повышение эффективности водного хозяйства, они могут не только добиться экономического процветания и устойчивости к изменению климата, но и создать новые возможности для своих граждан и дать им надежду.

### Список литературы

1. Водный кодекс Республики Таджикистан от 29 ноября 2000 года (в редакции Законов Республики Таджикистан от 03.03.2006 г. №174, 20.03.2008 г. № 381, 03.12.2009 г. № 572, 28.06.2011 г. № 744, 16.04.2012 г. № 821).
2. Водный Кодекс Туркменистана (Ведомости Меджлиса Туркменистана, 2016 г. № 4, ст. 139). Источник: ИС Параграф WWW <http://online.zakon.kz>.
3. Жолдошев К. Кыргызстан намерен вернуть компенсацию за обеспечение водой региона? Геополитика, 28 август 2018 г.
4. Трансграничные реки - стратегический ресурс водообеспечения Казахстана [Электронный ресурс] // Информ. Агентство «Казинформ». - 2005. 21 октября. Режим доступа: inform.kz.
5. В. А.Духовный, А.Г.Сорокин. Водное сотрудничество в Центральной Азии-успехи и помехи. Киргизия. Азия. Экология. Электроэнергетика. kg.akipress.org, 9 августа 2019.
6. Сулейменова С.Ж. Теоретические проблемы механизма реализации норм водного права Республики Казахстан // Автореф. дис. на соискание уч. степени доктора юридич. наук. - Алматы: 2009. - 39 с.
7. Мукашева А.А. Теоретические и методологические проблемы водного права Республики Казахстан в современных условиях // Автореф. дис. на соискание уч. степени доктора юридич. наук. - Алматы: 2010. - 40 с.
8. Еркинбаева Л.К. Проблемы правовой охраны окружающей среды от загрязнения упаковочными отходами в Республике Казахстан // Природоресурсное и экологическое право. Алматы. - 2012. - С. 114-116.
9. Сотрудничество и безопасность в Центральной Азии: состояние и перспективы. - Алматы: КИСИ, 2008. - 323 с.
10. Жумагулов Т.Б. Водная безопасность Республики Казахстан и Центральной Азии: международные правовые проблемы. KazNU Bulletin. Law series. No 2 (74). 2015. - 440 с.
11. Сарсембаев М.А. Режим казахстанско-кыргызских трансграничных рек и юридический анализ урегулирования статуса международных рек. Право и государство, No 4 (61), 2013. - 103 с.
12. Бекмухаметова К. М. Правовое регулирование питьевой воды. KazNU Bulletin. Law series. No 2 (73). 2015. - 537 с.

13. Сулейменова С.Ж. Водные ресурсы Казахстана и пути решения экологической проблемы // Экономика и право Казахстана. -2008.- No 24. С. 55-57.

14. Мажидов Т. Использование водных ресурсов как фактор интеграции народов в Центральной Азии// Будущее государств Центральной Азии: вместе или ?..: Материалы Регионал. Конф. - Б.: 2001. - С. 77.

15. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» от 6 мая 1993 года No 837-ХП - Вестник Верховного совета Республики Узбекистан,1993 год, No 5, 221 статья); от 25 декабря 2009 г. No ЗРУ-240 - СЗ РУ 2009 г., No 52.

16. По-старому не получится: Совершенствование водопользования в Центральной Азии. 28 июня 2019. <https://p.dw.com/p/3iArE>

17. Информационный бюллетень «Водное хозяйство, орошение и экология Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии» 23-28 декабря 2019 г. [www.cawater-info.net/information-exchange/e-bulletins.htm](http://www.cawater-info.net/information-exchange/e-bulletins.htm)

18. Вопросы рационального водопользования в Центральной Азии ... отраслевых министерств и ведомств стран Центральной Азии на 2020 год. 11 апр. 2020 г. - [www.e-cis.info](http://www.e-cis.info) › news.

## CONSTITUTIONAL AND LEGAL BASES AND PROBLEMS OF RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN THE COUNTRIES OF CENTRAL ASIA AND KAZAKHSTAN

**Rakimbaev E.N., Li S.O., U.Z. Yusupov**

*Eurasian Law Academy named after D.A. Kunaev  
Business and Education, PhD in Law, Jalal-Abad, Republic of Kyrgyzstan*

### **Abstract**

The article discusses the legal framework, issues and problems of the ecological state and rational use of water resources in the countries of Central Asia and Kazakhstan, the problems of water resources management, the formation of an effective water management system.

**Keywords:** Central Asia, ecology, water resources, protection and development of water resources, environmental protection.

REMOTE MONITORING OF SOIL SALINIZATION IN  
THE SOUTH ARAL SEA REGION

**Turdimambetov I.R.<sup>1</sup>, Oteuliev M.O.<sup>1</sup>, Ismailova A.K.<sup>2</sup>**

*Karakalpak State University named after Berdakh  
Kazakh National Agrarian Research University*

**Annotation**

In the article the questions of remote monitoring of soils are examined in the region of South Aral Sea Area. It is marked that a concept «Ecological monitoring» is the action of continuous control, supervision, and prognosis development of natural environment to the base of the controlled from remote sensing methods. It is set that depending on the depth of bedding of subsoil waters, features of soils and tilled culture decoding signs will change. Experience of estimation of dynamics of soiled soils by comparison of space pictures of different years allowed to establish that for determination of orientation of process of soil the pictures of long-term row are required, otherwise a wrong idea can be got about the orientation of salt process.

**Key words:** Environmental monitoring, salinity, desalinization process, ameliorative condition, irrigated lands.

**Introduction**

Environmental monitoring as a modern scientific direction in the study of the natural environment began to develop from the beginning of the seventies of the last century, which was due to two reasons: 1) the deterioration of the ecological situation; 2) technical progress capable of providing new means of operational monitoring of the state of the natural environment.

At present, the concept of «environmental monitoring» means continuous control, observation and predictive development of the natural environment (including all-natural environments - water, air, soil and their properties) based on modern operational research methods, among which the main place is occupied by remote sensing methods confirmed by ground-based studies [1].

The main tasks and concepts of environmental monitoring were formed in the last century in the UNESCO program “Man and Biosphere” and several other publications. According to these documents, the purpose of monitoring is to effectively manage the state of the environment in the conditions of dynamically developing ecosystems. As a result of many years of scientific research, a wealth of material has been accumulated, proving the necessity and possibility of applying a system of measures to eliminate the causes of deterioration of land properties.

**Materials and methods**

The objects of research in the work were soil samples taken from the territories previously used for irrigation in all regions of the Republic of Karakalpakstan. Soil sampling was carried out from a depth of 5 cm on average, since it is at this depth that plant roots actively develop [8].

Currently, the surveyed area is in the process of reclamation and natural restoration. Reclamation is carried out by planting trees, and natural restoration is associated with the process of succession under the influence of natural factors, without any special measures. Statistical processing was carried out using the procedures of static analysis of the Microsoft Excel application package.



## Results and discussion

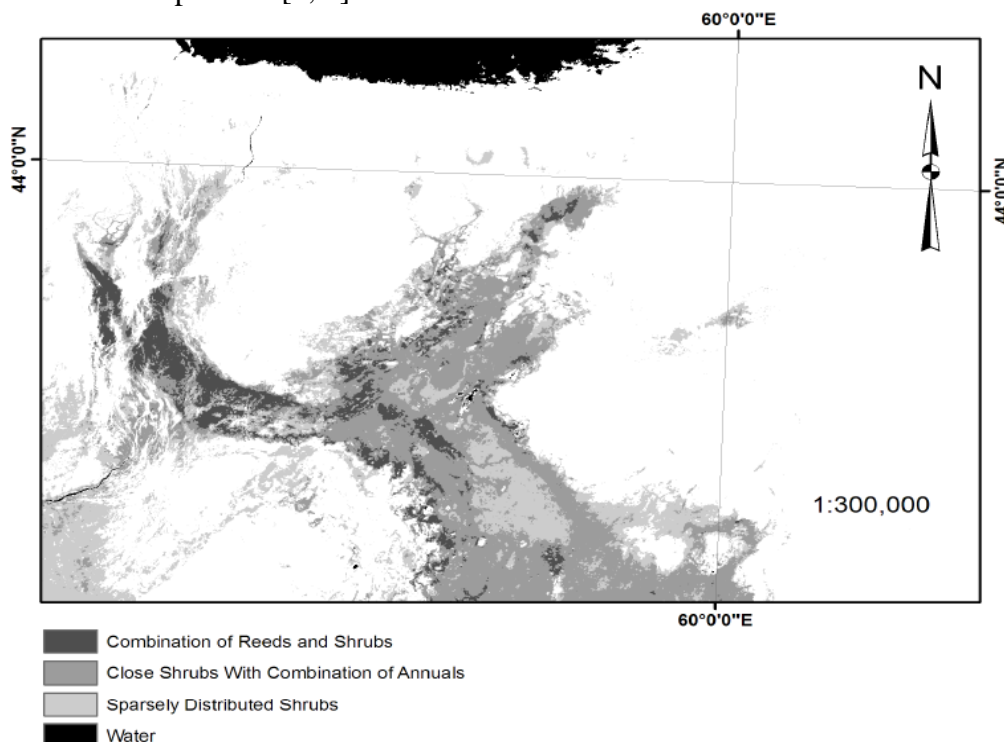
As is known, at present it is customary to distinguish three levels of environmental monitoring: a) global, monitoring the state of the slowly changing background, which is associated with natural

changes in the biosphere as a whole, as well as changes occurring in vast territories; b) regional, reflecting the state of the environment within a relatively limited region; c) local, which controls the processes occurring under conditions of intensive use of natural resources at a specific object or local area.

The criterion for choosing the object of observation should be its high sensitivity to any changes in the natural environment, as well as the typicality of the object of observation, which must be statistically proven. Priority attention in environmental monitoring should be given to the synchronism and comparability of the observations, as well as the development of software system and hardware monitoring.

One of the directions of environmental monitoring in the South Aral Sea region is assigned to observations of the state of soils, as well as their properties. It is known that salinity is one of the main characteristics of soils in arid regions, limiting fertility and determining their genetic and ameliorative properties. Salinity reacts quickly to changes in natural conditions and anthropogenic impacts and is an informative property of the state of soils, therefore, in arid regions, it is precisely tracking changes in salinity that allows us to obtain the necessary information about the processes taking place in soils. In what follows, for brevity, this system will be called “soil salinity monitoring”. It should be pointed out that the problem of organizing monitoring of soil salinity is currently being widely discussed in foreign literature [4, 5, 6], etc.

Currently, work is underway to organize monitoring of agricultural lands in the South Aral Sea region (Figure 1). In connection with the extremely difficult situation on irrigated lands, we believe that the proposed developments of specialists and scientists to create monitoring of soil salinity in irrigated lands can be useful today for creating monitoring of salinity in irrigated soils in the Republic of Karakalpakstan [6, 7].



*Fig. 1.* Vegetation land cover classification

Depending on the depth of the groundwater, the characteristics of the soil and the cultivated crop, the deciphering signs will change. However, for similar ameliorative conditions and one crop, they are stable, that is, once having substantiated the decoding signs with ground surveys and analytical data characterizing the salinity of soils, it is not required to clarify the decoding signs during repeated surveys. But at the first stage, decryption signs must necessarily be substantiated by ground-based methods. Comparison of remote sensing materials, characterizing the state of cotton fields and meeting the above requirements, makes it possible to assess the area of saline soils and the dynamics of soil salinization in the territory occupied by cotton as the main crop in this region.

### **Conclusion**

The experience of assessing the dynamics of soil salinization by comparing satellite images of different years made it possible to state that to determine the direction of the salinization – desalinization process, long-term images (5–10 years) are required, otherwise an incorrect idea of the direction of the salt process may be obtained [2, 3]. Modern high-resolution satellite imagery and modern computer programs for image processing, as well as the experience of previous years, make it possible to solve the problem of creating a permanent monitoring of salinity in irrigated arid and arid regions of Central Asia.

### **References:**

1. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
2. Панкова Е.И., Соловьев Д.А. Дистанционный мониторинг засоления орошаемых почв. Рос. Академия сельскохозяйственных наук. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1993. 191 с.
3. Рухович Д.И. Многолетняя динамика засоления орошаемых почв центральной части Голодной степи и методы ее выявления. Автореф. дис. ... к.б.н. М., 2009. 25 с.
4. Савин И.Ю., Отаров А. и др. Выявление многолетних изменений площади засоленных почв Шаульдерского орошаемого массива по космическим снимкам Landsat // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 2014.
5. Ambast S.K. Monitoring and evaluation of irrigation system performance in saline irrigated command using satellite remote sensing and Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 74. gis // Interne Mededeling, Report No. 471. DLO Winand Staring Centre, Wageningen, the Netherlands, 1997. -106 p.
6. Fernandez-Buces N., Siebea C., Cramb S., Palacio J.L. Map-ping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texaco, Mexico // J. of Arid Environments. 2006. V. 65 (4). P. 644–667.
7. Shrestha D.P., Farshad A. Mapping salinity hazard: an integrated application of remote sensing and modeling-based techniques // Remote sensing of soil salinization. Impact on land management, 2009. P. 257–272.
8. Хлебникова Г.М. Сравнительная характеристика биологической активности почв и подпочвенных осадочных пород: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1980. 24 с.

## ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

**Турдымамбетов И.Р., Отеулиев М.О., Исмаилова А.К.**

*Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, Узбекистан  
Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы дистанционного мониторинга почв в регионе Южного Приаралья. Отмечается, что понятие «Экологический мониторинг» представляет собой действие непрерывного контроля, наблюдения и прогнозирования развития природной среды на основе контролируемых с помощью методов дистанционного зондирования. Установлено, что в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, особенностей почв и возделываемой культуры будут меняться расшифровочные признаки. Опыт оценки динамики засоления почв путем сравнения космических снимков разных лет позволил установить, что для определения направленности процесса засоления почвы требуются снимки многолетнего ряда, в противном случае может быть получено неверное представление об направленности процесса засоления.

**Ключевые слова:** Экологический мониторинг, засоление, процесс опреснения, мелиоративное состояние, орошаемые земли.

## ОҢТҮСТІК АРАЛ ӨҢІРІ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ТҮЗДАНУЫНА ҚАШЫҚТЫҚТАН МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ

**Турдымамбетов И.Р., Отеулиев М.О., Исмаилова А.К.**

*Бердах атындағы Қарақалпақ мемлекеттік университеті, Өзбекстан  
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті*

### **Аңдатпа**

Мақалада Оңтүстік Арал өңіріндегі топырақты қашықтықтан мониторингтеу мәселелері қарастырылады. "Экологиялық мониторинг" ұғымы қашықтықтан зондтау әдістерінің көмегімен бақыланатын табиғи ортаның дамуын үздіксіз бақылау, бақылау және болжау әрекеті болып табылады. Жер асты суларының тереңдігіне, топырақтың сипаттамаларына және өсірілетін дақылға байланысты декодтау белгілері өзгертіні анықталды. Әр түрлі жылдардағы ғарыштық суреттерді салыстыру арқылы топырақтың тұздану динамикасын бағалау тәжірибесі топырақтың тұздану процесінің бағытын анықтау үшін көпжылдық сериялардың суреттері қажет екенін анықтады, әйтпесе тұздану процесінің бағыты туралы қате түсінік алынуы мүмкін.

**Кілт сөздер:** экологиялық мониторинг, тұздану, тұщыландыру процесі, мелиорациялық жай-күй, суармалы жерлер.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ  
РЕСУРСОВ В КАЗАХСТАНЕ

**Бекенова Г.Ы., Есенгазиева С.К., Исмаилова А.К.**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет*

**Аннотация**

Статья посвящена вопросам обеспеченности Казахстана водными ресурсами и эффективности использования водных ресурсов в секторах экономики страны. Обоснованы необходимость сбережения водных ресурсов в условиях возрастания водопотребления в стране, большой зависимости от водопотребления в трансграничных странах и прогнозов наступления большего дефицита водных ресурсов. Проведен анализ динамики поступления и использования водных ресурсов за последние пять лет и сложившиеся условия в водопользовании. Определены положительные и негативные тенденции в использовании водных ресурсов в отраслях, отмечены большие потери воды при транспортировке и эксплуатации, раскрыты факторы, сдерживающие эффективность использования водных ресурсов в орошаемой земледелии Казахстана. Представлены предложения по решению сложившихся проблем, сдерживающих эффективность использования водных ресурсов Казахстана.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водохозяйственный бассейн, водопользователи, загрязнение, водообеспеченность, водосбережение, потери, сельское хозяйство, эффективность, водочет.

**Введение**

Рациональное использование водных ресурсов для Казахстана остается актуальным вопросом в связи с трансграничностью поверхностных водных ресурсов и ежегодным ростом водопотребления, как в самой республике, так и в сопредельных государствах и рисками истощения источников водных ресурсов, изменения климата.

Важность эффективного использования водных ресурсов, водосбережения, особенно в сельском хозяйстве, отмечено и Президентом РК в своем Послании народу Казахстана, где отмечено, что «Серьезным барьером остаются технологически устаревшие системы орошения. Потери воды достигают 40%. Для вододефицитного Казахстана такие показатели недопустимы. Нужно обеспечить нормативно-правовое регулирование данной сферы, а также разработать экономические стимулы для внедрения современных технологий и инноваций» [1].

Вода – это бесценный ресурс жизни. Так, по заключению ООН на сегодня в мире:

- 3 из 10 жителей планеты не имеют доступа к безопасным управляемым источникам питьевой воды, а 6 из 10 не имеют доступа к услугам санитарии;
- более чем 40% мирового населения имеют проблему нехватки воды, и она по прогнозам будет только обостряться;
- более 1,7 миллиарда людей живут в бассейнах рек, где водопотребление превышает возможности пополнения запасов воды;
- более 80% сточных вод, образующихся в результате деятельности человека, сбрасываются в реки или моря без какой-либо очистки;
- ежедневно около тысячи детей умирают от поддающихся профилактике диарейных заболеваний, вызванных проблемами в сфере водоснабжения и санитарии;

- примерно 70% воды, извлекаемой из рек, озер и водоносных горизонтов, используется для орошения;
- 70 % всех смертельных случаев в результате стихийных бедствий приходится на наводнения и другие связанные с водой катастрофы [2].

### Материалы и методы

Теоретической и методической основой исследования послужили научные разработки и закономерности, содержащиеся в трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых-аграрников, экономистов в области развития водного хозяйства и водопользования, где отражены принципы и рекомендации по эффективному использованию водных ресурсов в отраслях экономики, а также инструменты и механизмы государственной поддержки рационального водопользования в АПК.

В работе использованы различные методы экономических исследований: монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, статистические и экономические методы. Сочетание и использование каждого из этих методов обеспечили надежность, аргументированность и достоверность полученных результатов и выводов. Информационной базой послужили данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, нормативно-справочные материалы по водным ресурсам и водопользованию.

### Результаты исследований

На сегодня по водообеспеченности Казахстан является одной из наиболее вододефицитных стран Евразийского континента.

В силу климатических особенностей республики до 90 процентов годового объема стока степных рек приходится на весенний период и до 70 процентов стока горных рек - на летний [3].

Территорию Казахстана можно условно разделить на восемь водохозяйственных бассейнов: Арало-Сырдарьинский, Балхаш-Алакольский, Иртышский, Урало-Каспийский, Ишимский, Нура-Сарысуский, Шу-Таласский, Тобол-Тургайский (рисунок 1).

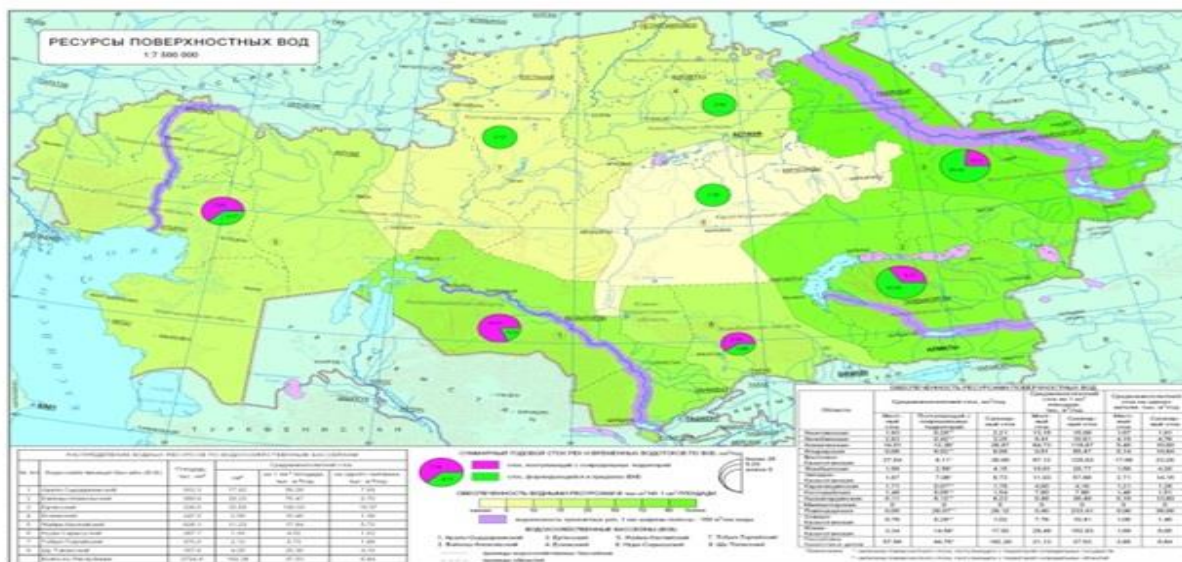


Рисунок 1 – Ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан

Характеризуя водные ресурсы Казахстана можно отметить его следующие

- сильно зависят от речного и озёрного стока;

из-за географического положения РК обладает дефицитом водных ресурсов; удельная водообеспеченность РК составляет 37 тыс. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> или 6 тыс. м<sup>3</sup> на одного человека в год;

-большая часть территории страны относится к бессточным бассейнам внутренних озёр, не имеющих выхода к океану;

-атмосферные осадки незначительны, за исключением горных регионов;

общие водные ресурсы рек составляют 101 км<sup>3</sup>, из которых 57 км<sup>3</sup> формируются на территории Казахстана, а 43% объема поступает из сопредельных государств: России — 8 км<sup>3</sup>, Китая — 19 км<sup>3</sup>, Узбекистана — 15 км<sup>3</sup>, Киргизии — 3 км<sup>3</sup>; разведанные запасы подземных вод составляют 15 км<sup>3</sup>;

водные ресурсы неравномерно распределены по территории РК (рисунок 2) [4].



Рисунок 2 – Размещение водных ресурсов Казахстана

Анализ динамики показателей охраны и использования водных ресурсов Казахстана за 2015-2019 годы показал, что забор воды из природных водных источников за этот период возрос на 9,9 % и в 2019 году составил 25104 млн. куб. м (таблица 1) [5].

**Таблица 1-** Основные показатели использования и охраны водных ресурсов Казахстана за 2015-2019 гг., млн. куб. м.

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2019 г. в % к 2015 г., %
Забор воды из природных водных источников – всего	22 852	24 623	25 279	25 096	25 104	109,9
из него: из подземных горизонтов	1 056	1 051	1 032	1 020	1 055	99,9
Потери воды при транспортировке	2 490	2 517	2 993	3 719	3 295	132,3
Водопотребление (использование воды) – всего	20 352	20 213	21 721	20 511	20 955	103,0
из него: на производственные нужды	5 385	5 228	5 235	5 351	5 600	104,0
Объем оборотного и последовательного использования воды	8 620	8 257	8 933	9 540	9 690	112,4
Доля повторно использованной и оборотной воды в общем объеме использованной воды, в процентах	42,4	40,8	41,1	46,5	46,2	109,0
Объем сброса нормативно-очищенных вод	227	196	197	309	319	140,5
Объем сброса загрязненных сточных вод (без очистки и недостаточно очищенных)	197	149	50	...	0,05	0,03
из них: без очистки	131	93	0,1	0,9	0,05	0,04

Примечание – рассчитано авторами на основе данных Комитета по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

По данным таблицы 1 идет небольшое сокращение забора воды из подземных горизонтов (на 0,1 %), потери воды при транспортировке возросли на 32,3% и в 2019 году составили 3295 млн. куб. м., водопотребление увеличилось на 3%, из них на производственные нужды возросло на 4%, а объем оборотного и последовательного использования воды увеличилось на 12,4 % и в 2019 году составило 9690 млн. куб. м. Объем сброса нормативно-очищенных вод возрос на 40,5% и в 2019 году составил 319 млн. куб. м. Положительной тенденцией является снижения объема сброса загрязненных сточных вод. Как мы видим из результатов анализа, в Казахстане с каждым годом водопотребление растет, а уровень потерь воды остается высоким.

По подсчетам в целом Казахстану ежегодно необходимо 50 км<sup>3</sup> воды для поддержания экологического баланса в стране. В экономике используется около 24 км<sup>3</sup>, около 16 км<sup>3</sup> – в сельском хозяйстве (66,7%) около 7 км<sup>3</sup> – в промышленности (29,2%) около 1 км<sup>3</sup> – в хозяйственно-питьевых нуждах (4,2%) (рисунок 3) [6].



**Рисунок 3** – Структура использования воды в отраслях экономики РК, %

*Примечание* – составлено на основе данных Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

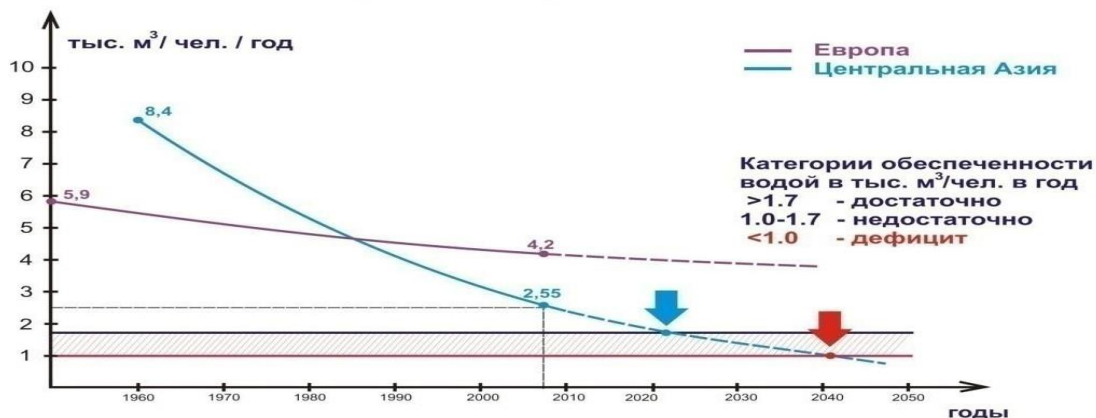
По заключению международных экспертов, водное потребление в Казахстане к 2040 году вырастет на 46%, дефицит водных ресурсов может составить до 12 км<sup>3</sup> в год. Дефицит произойдет в основном за счет возможного уменьшения стока из сопредельных государств. В РК идет сокращение поверхностных вод речных бассейнов, семь из восьми которых, являются трансграничными. Наблюдается нарастание дефицита водных ресурсов, обусловленное изъятием стока со стороны КНР, РФ, РУ, КР, что по оценке специалистов в перспективе (2040г.) в маловодные годы приведет к водному стрессу (рисунок 4) [7].

Рост населения в странах ЦА превышает мировые темпы и за последние 40 лет увеличилось в 3,5 раза, что обусловило процессы интенсификации экономики, которые привели к повышению:

- а) техногенной нагрузки на водные ресурсы;
- б) снижению удельного водообеспечения на душу населения.

При этом, на первый план выходит обеспечение продовольственной безопасности населения, что непосредственно связано с развитием ирригации.

**Динамика изменения водных ресурсов на душу населения в год в странах Центральной Азии тыс. м<sup>3</sup>/ чел.в год**



**Рисунок 4** – Динамика и прогноз изменения водообеспеченности на душу населения в странах центральной Азии до 2050 года, тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год

Примечание – составлено на основе данных Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан

Анализ динамики объемов водных ресурсов за последние три года показал, что Казахстан все время находится в цикле маловодья. Так, суммарный речной сток в 2019 году составил всего 83 км<sup>3</sup>, что на 20% меньше среднегогодового. Следует отметить, что МСХ РК совместно с акиматами проведен анализ итогов вегетационного периода 2020 года. По его итогам определено о необходимости принятия мер по недопущению дефицита воды с учетом увеличения площади орошаемых земель до 3,0 млн. га к 2030 году [8].

Для решения этих вопросов органам управления необходимо срочно принять следующие меры:

- первое, необходимо поэтапно снижать площади посевов влаголюбивых культур (рис и хлопок) в южных регионах страны.
- второе: будет продолжено строительство новых водохранилищ и проектов по улучшению технического состояния каналов.
- третье: увеличение площади орошаемых земель невозможно без внедрения водосберегающих технологий полива.
- четвертое: в целях рационального и экономного использования оросительной воды, будет продолжено внедрение цифровизации водоучета на 119 основных каналах, протяженностью более 2,8 тыс. км до 2025 г.

В 2020 году успешно реализован пилотный проект в Махтаральском районе Туркестанской области по цифровизации магистрального канала К-19, протяженностью 12 км и подвешенной площадью орошаемых земель более 3,6 тыс.га, на которых находятся 328 крестьянских хозяйств. Так, благодаря цифровизации канала удалось обнаружить перерасход поливной воды до 45 % от режима орошения.

Успешная реализация вышеуказанных мероприятий позволит дополнительно аккумулировать порядка 8,3 км<sup>3</sup> воды, а также сократить водозабор с 8,8 до 6,6 тыс. м<sup>3</sup> воды на 1 гектар. Принимая во внимание текущий лимит водозабора 15 км<sup>3</sup> и сэкономленный объем воды позволит обеспечить потребность для полива 3 млн. га орошаемых земель в объеме 19,8 км<sup>3</sup> к 2030 году.

Для Казахстана одним из глобальных вопросов является дальнейшее развитие Аральского моря. Органами управления водных ресурсов РК с 2002 по 2008 год был реализован первый этап большого проекта по развития Арала.

Так, на сегодня благодаря успешной реализации проекта было увеличено зеркало воды на 870 кв. метров или на 40%, снижена минерализация воды, благодаря чему с одного вида рыбы в Северном Арале обитает около 20 видов рыбы.



Данная работа будет продолжена в двух направлениях: изучение возможностей дальнейшего расширения зеркала воды и посадка деревьев на высохшем дне Аральского моря. За последние два десятилетия здесь высажено порядка 270 тыс. га саксаульного леса, что стало одним из самых действенных способов борьбы как с солью, так и с песком. И в ближайшие 5 лет планируется на территории в 160 тыс. га на высохшем дне Аральского моря посадка деревьев и таким образом, объем территорий, охваченных лесопосадкой составит 430 тыс. га.

На сегодня одной из насущных вопросов является восстановление экосистемы бассейна реки Урал. В этом направлении Казахстан и Россия вместе восстанавливают экосистему бассейна реки Урал. Так, в начале декабря 2020 года в Москве министр экологии, геологии и природных ресурсов РК Магзум Мирзагалиев и министр природных ресурсов и экологии РФ Александр Козлов подписали ряд стратегически важных документов в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования. Среди принятых документов — программы сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничных рек Урал и Иртыш на 2021-2024 годы. По словам М. Мирзагалиева, за последние годы наблюдается снижение стока воды в реке Урал, что привело к деградации пойменных нерестилищ и, как следствие, негативно отразилось на воспроизводстве осетровой породы рыб Каспийского моря. Во время встречи был подписан План мероприятий по оздоровлению экосистемы реки Урал, который включает проведение следующих мероприятий:

- первое, будет проведен подробный анализ всех источников, которые влияют на приток к реке Урал;
- второе, будут определены все проблемы, которые связаны с прохождением стока от верховий до Казахстана, находящегося внизу стока;
- третье, будут определены все барьеры, такие как водохранилище, излишний водозабор и так далее.

Одним словом, в ближайшие несколько лет будет проведена комплексная совместная работа. При этом, каждая страна будет нести свои затраты самостоятельно. Ожидается что наши и российские водохранилища будут работать в синхронизированном формате. Это очень важно. Потому что проблема с рекой Урал (Жайык) остро ощущается в середине года, начиная с мая по июль. Именно в этот момент нам нужно, чтобы осуществлялся сброс с водохранилищ, которые находятся в верховьях.

### **Выводы**

Итак, резюмируя результаты проведенного исследования, основные проблемы водообеспечения Республики Казахстан можно разделить на три блока трудностей: для населения, для окружающей среды, для экономики страны.

1. Для населения страны:

- проблемы обеспеченности качественной питьевой водой,
- недостаточность поливной воды в вегетационный период, особенно в южных регионах.

2. Для окружающей среды:

- плохая экологическая обстановка в регионах таких водных объектов, как река Урал, озера Балхаш и Арал, зависимость экологической обстановки от водной политики сопредельных государств, загрязнение водных объектов сбросами потребления, истощение водных объектов в результате расточительного использования водных ресурсов.

3. Для экономики страны:

- проблемы изношенности водохозяйственной инфраструктуры, недостаточная защищенность от паводковых вод и маловодья, низкие объемы оборотной (рециркуляция с целью очистки) воды в промышленности, слабый механизм тарифообразования, нехватка квалифицированных кадров. Основные проблемы орошаемого земледелия в Казахстане, следующие: износ оросительных и дренажных систем и ухудшение эколого-мелиоративного состояния земель;

недостаточное применение вод сберегающих технологий орошения; недостаточный уровень инвестиций в развитие орошаемого земледелия; отсутствие стимула у сельхозтоваропроизводителей к экономии воды в связи с низким уровнем тарифов; малоэффективное управление водным хозяйством.

Для решения проблем рационального использования водных ресурсов в РК необходимо:

1. Комплексная реконструкция и модернизация ирригационных систем с целью сокращения потерь в водоподводящей сети и повышения КПД систем.
2. Повышение эффективности водопотребления в сельском хозяйстве:
  - пересмотр состава сельскохозяйственных культур, реструктуризация посевов на орошаемых землях;
  - постепенное сокращение орошаемых площадей с водоемкой культурой рисом;
  - внедрение влагосберегающих систем земледелия, вод сберегающих технологий и технических средств орошения (капельное, дождевание, дискретное и др.);
  - использование возвратных (в том числе коллекторно-дренажных) вод для орошения;
  - пересмотр тарифов и субсидий в сельском хозяйстве в целях водосбережения и поощрения использования наилучших технологий и экономически эффективных практик;
3. совершенствование международного сотрудничества в сфере трансграничных водных ресурсов и вододеления.
4. Более широкое использование потенциала подземных вод.
5. Повсеместное внедрение водоучета.

#### **Список литературы**

1. Казахстан в новой реальности: время действий. Послание Президента Республики
2. Казахстан Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. 01 сентября 2020 г. [https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g/10.02.2021](https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g/10.02.2021)
3. ООН: Цели в области устойчивого развития. Вода и санитария. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/water-and-sanitation//10.02.2021>
4. Мустафаев Ж.С., Ибатуллин С.Р., Рябцев А.Д., Абдикеримов С.А., Сейсенов С.Б. Использование водных ресурсов в условиях современного развития водохозяйственных комплексов Казахстана. Тараз, 2012. – 21 с.
5. Медеу А.Р. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция) / Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Монография. Алматы. 2016. – 94с.
6. Охрана окружающей среды в Республике Казахстан 2015-2019.
7. Статистический сборник. Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан Бюро национальной статистики. Нұр-Сұлтан, 2020. 142 с.
8. В Казахстане растет дефицит водных ресурсов. <https://kursiv.kz/news/obschestvo/2020-01/v-kazahstane-rastet-deficit-vodnykh-resursov//10.02.2021>
9. Ибатуллин С.Р. Вопросы создания единого образовательного пространства в Центральной Азии среди вузов водного профиля. Материалы международной конференции СВО ВЕКЦА «Наука и инновационные технологии на службе водной безопасности» (23-24 сентября 2019 г., Екатеринбург, 2019).
10. Мырзагалиев М. Для недопущения вододефицита в стране будет усилена работа по цифровизации оросительных каналов.

## ҚАЗАҚСТАН СУ РЕСУРСТАРЫН ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

**Бекенова Г.Ы., Есенгазиева С.К., Исмаилова А.К.**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті*

### **Аңдатпа**

Мақала Қазақстанды сумен қамтамасыз ету және су ресурстарын ел экономикасының секторларында пайдаланудың тиімділігі мәселелеріне арналған. Елдегі суды тұтынудың артуы жағдайында су ресурстарын үнемдеу қажеттілігі, трансшекаралық елдердегі суды тұтынуға жоғары тәуелділік және су ресурстарының үлкен тапшылығының басталуы туралы болжамдар негізделген. Соңғы бес жылдағы су ресурстарының қалыптасуы мен пайдалану динамикасын және суды пайдаланудағы қалыптасқан жағдайларға талдау жасалған. Өндірісте су ресурстарын пайдаланудың оң және теріс тенденциялары анықталған, тасымалдау және пайдалану кезінде судың үлкен шығындары аталып, Қазақстандағы суармалы егіншілікте су ресурстарын пайдаланудың тиімділігін тежейтін факторлар анықталған. Қазақстандағы су ресурстарын пайдалану тиімділігін тежейтін проблемаларды шешуге мақсатында нақты ұсыныстар берілген.

**Кілт сөздер:** су ресурстары, су шаруашылығы бассейны, су пайдаланушылар, лайлануы, сумен қамтылу, суды үнемдеу, су шығыны, ауыл шаруашылығы, тиімділік, суды есептеу.

## CHALLENGES OF RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN KAZAKHSTAN

**Bekenova G. Ys., Yessengaziyeva S.K., Ismailova A.K.**

*Kazakh National Agrarian Research University*

### **Abstract**

The article is devoted to the issues of water resources provision in Kazakhstan and the efficiency of water resources use in the country's economic sectors. There were justified the necessity of saving water resources in the conditions of increasing water consumption in the country, a large dependence on water consumption in transboundary countries and forecasts of the onset of a greater shortage of water resources. There were carried out the analysis of the dynamics of water supply and use over the past five years and the current conditions in water use.

Positive and negative trends in the use of water resources in the industries are identified, large water losses during transportation and operation are noted, and the factors limiting the efficiency of water resources use in irrigated agriculture in Kazakhstan are disclosed. There are represented the proposals for solving the existing challenges that hinder the efficiency of water resources use in Kazakhstan.

**Keywords:** water resources, water management basin, water users, pollution, water availability, water conservation, losses, agriculture, efficiency, water accounting.

## МАЗМУНЫ СОДЕРЖАНИЕ

1 сессия.

### ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И МЕЛИОРАЦИЯ

<b>Есполов Т.И.</b> Су шаруашылығы кемеңгер ғалымның ғылыми мектебі.....	4
<b>Абдибай А.М., Ануарбеков Қ.Қ., Абикенова С.М.</b> Қызылорда облысының суғармалы массивтерінің қазіргі шаруашылық жағдайы.....	10
<b>Вагапов Р.И., Калиева К.Е., Вагапова А.Р.</b> Методика допустимого «ущемления» на примере реки Шу.....	15
<b>Джайсамбекова Р.А., Мирдадаев М.С., Басманов А.В., Кубегенова Л.С.</b> Мелиоративные методы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к засолению почв.....	22
<b>Дуанбекова А.Е., Султанбекова П.С., Саркынов Е., Мешик О.П.</b> Основы использования коллекторно-дренажных вод для орошения.....	28
<b>Жарков В.А., Ангольд Е.В., Мамучев Р.А., Жанатов А.К.</b> Система комбинированного полива сельскохозяйственных культур.....	32
<b>Ибраев Т.Т., Ли М. А., Бакбергенов Н.Н.</b> Проблемный вопросы реконструкции каналов Жамбылской области.....	38
<b>Коломиец С.С., Белоброва А.С.</b> Вода и энергетика почв.....	46
<b>Мешик О.П., Морозова В. А., Борушко М.В.</b> Особенности внутригодового хода характеристик снежного покрова территории Беларуси.....	51
<b>Мирамбекұлы Е., Мирамбекқызы Ж., Жапаркулова Е.Д., Абаева К.Т.</b> Жылыжай орындарында көкөніс өсірудегі су үнемдеу технологиялары.....	55
<b>Мустафаев М.Г., Мустафаев Ф.М.</b> Современное состояние почв в Азербайджане и научные основы их улучшения.....	60
<b>Набиоллина М., Немеребай А.</b> Күздік суғарудың күнбағыстың суғару режиміне және өнімге тигізген әсері.....	68
<b>Полищук В.В., Жовтоног О.И., Салюк А.Ф., Бутенко Я.А., Чорна К.И.</b> Индикативная оценка использования орошения по данным наземного и дистанционного мониторинга.....	71
<b>Рахимжанова И.К.</b> Использование методов дистанционного зондирования для изучения мелиоративного состояния орошаемых земель Тасоткельского массива в Жамбылской области.....	77
<b>Тумлерт В.А.</b> Внедрение цифровых технологий для оценки инфраструктуры обводнения и продуктивности пастбищ.....	83
<b>Цхай М.Б., Кван Ю.Р., Калдарова С.М., Кудайбергенова И.Р., Батырбаев А.А.</b> Нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур с учетом применяемых технологий орошения.....	89
<b>Шеров А. Г., Урунбоев С.К.</b> Innovative technologies in the water sector of Uzbekistan.....	95

**2 сессия.**  
**УСТОЙЧИВОЕ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИРОДНО-  
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

<b>Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж.</b> Состояние и перспективы использования подземных вод для сельского хозяйства Казахстана.....	105
<b>Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А.</b> Ресурсы речного стока Казахстана в условиях климатических и антропогенных изменений.....	110
<b>Аманбаева Б.Ш., Жапаркулова Е.Д., Josef Mosiej, Дюйсенхан А.А., Калиева К.Е.</b> Аса өзені бассейндегі су ресурстарын басқару әдісі.....	118
<b>Ердалиева А.А., Тажибаева Т.Л.</b> Роль интегрированного управления водными ресурсами в устойчивом водообеспечении природно – хозяйственных систем Казахстана.....	123
<b>Кан С.М., Итемен Н.М., Тлеуова Ж.Т.</b> Потенциал и перспекимвы развития гидрогеотермальной энергетики природно-хозяйственных систем Казахстана.....	129
<b>Козыкеева А.Т., Мустафаев Ж.С., Тастемирова Б.Е.</b> Теоретические и методические основы изучения геоэкологических условий водопользования в водосборах бассейна реки Тобыл.....	135
<b>Кулбекова Р.А.</b> Гидрохимический режим реки Иле и его основных притоков.....	140
<b>Махмудова Л.К., Молдахметов М.М., Канатұлы Ә., Жакен Қ., Абиев М.А.</b> Анализ временных рядов годового стока рек бассейна р. Есиль.....	145
<b>Мирошниченко О.Л., Муртазин Е.Ж., Трушель Л.Ю., Кудайберды Ж.С.</b> Постоянно действующие математические модели гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых массивов.....	152
<b>Осипов С.В., Ливинский Ю.Н., Ерменбай А.М.</b> Ресурсы подземных вод Казахстана как основа устойчивого водоснабжения населения.....	157
<b>Пиманкина Н.В., Такибаев Ж.</b> Қазақстан Алтайындағы қар қорының кеңістіктегі кезең аралық өзгерісі.....	163
<b>Поветкин Р.Д., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.</b> Математическое и компьютерное моделирование развития системы водообеспечения Ертиского бассейна в условиях изменения трансграничного стока.....	168
<b>Татыбеков А., Скоринцева И.Б., Басова Т.А.</b> Оценка обводненности пастбищ Алматинской области Республики Казахстан.....	174
<b>Тұнғышбек М., Ауытбек Д.</b> Оценка речного стока р. Иле.....	180

**3- сессия.**  
**БАСЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ:  
ОПЫТ, СОТРУДНИЧЕСТВО, ПЕРСПЕКТИВЫ**

<b>Устабаев Т.Ш.</b> Рекомендации по схемам обводнения пастбищ для диких животных Аральского региона.....	189
---	-----

**4- сессия.**  
**ПРОДВИЖЕНИЕ МУЛЬТИ-СЕКТОРАЛЬНОГО ПОДХОДА (NEXUS)  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗВИТИЯ  
ВОДНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

<b>Габидулин Р.М., Курбонов А.И., Хохлов В.А., Ярда Н.А.</b> Гидроаккумулирующая энергетика в России. Обзор и перспективы развития.....	196
---	-----

## 5-сессия.

### ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПРОБЛЕМЫ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Бакиев М.Р., Хасанов Х., Бабажанова Н., Бабажанов К.</b> Реконструкция руслового водохранилища Туямуонского гидроузла с использованием ГИС технологий.....	202
<b>Бейсембин Қ.Р., Ескермесов Ж.</b> Қазақстанның тау бөктерінде орналасқан каналдардағы тасындылар әсерімен күресу шаралары.....	210
<b>Джолдасов С.К., Байжигитова М.Т., Кальбекова Г.К.</b> Новые эмпирические формулы для определения длины совершенного гидравлического прыжка за сооружениями.....	215
<b>Ибраймов А., Бакиев М.Р., Кодиров О., Каххаров У., Маткаримов О.</b> Оценка технического состояния гидротехнических сооружений Учкызылского водохранилища.....	221
<b>Кузьмич Л.В., Кузьмич С.А.</b> Оценка ресурса сложных гидротехнических конструкций.....	225
<b>Сейтасанов И.С., Онласын Ұ.Қ.</b> Моделирование процессов транспортировки наносов и конструкция пробоотборника.....	235
<b>Янгиев А.А., Аджимуратов Д.С., Панжиев Ш., Азизов Ш.</b> Рекомендации по оценке категории риска селеводохранилищ, их надежной и безопасной эксплуатации.....	235
<b>Калыбекова Е., Сейтасанов И., Онласын У.</b> К вопросу оценки влияния качества воды на окружающую среду.....	241

## 6-сессия.

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

<b>Гриценко Н.В., Кудайбергенова И.Р., Жанатов А.К., Мамучев Р.А.</b> Вопросы обеспечения экономической устойчивости орошаемого земледелия.....	247
<b>Мустафаева Р.Р., Аббасова Е.А., Гамбарова Р.М.</b> Оценка эффективности использования водных ресурсов и применения инновационных технологий орошения в сельском хозяйстве Азербайджана.....	252
<b>Мухторов А., Джалилов Б., Собиров И., Назарова М., Тургунов Ё.</b> Методологические основы оценки деятельности предприятий, производящих водосберегающие технологии.....	259
<b>Хусаинов Б.М.</b> Влияние водного бассейна реки Урал на управление сельскохозяйственным предприятием.....	264
<b>Шералиева Ж.А., Кожогулова В.С.</b> Экономические проблемы водного хозяйства Кыргызстана.....	269
<b>Омаркулова М.Б., Ахметов Ч.</b> Система мотивации персонала государственных служащих акимата Карасайского района Алматинской области.....	275

<b>Ли С.О., Рахимбаев Э.Н., Юсупов У.Ж.</b> Конституционно-правовые основы и проблемы рационального использования водных ресурсов в странах Центральной Азии и Казахстана.....	283
<b>Турдымамбетов И.Р., Отеулиев М.О., Исмаилова А.К.</b> Дистанционный мониторинг засоления почв Южного Приаралья.....	288
<b>Бекенова Г.Ы., Есенгазиева С.К., Исмаилова А.К.</b> Проблемы рационального использования водных ресурсов в Казахстане.....	292

Л.Е.Тәжібаевтың туғанына 105 жыл толуына орай ұйымдастырылған  
«Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» атты  
Халықаралық ғылыми-практикалық конференция ЖИНАҒЫ

COLLECTION  
of the International scientific and practical conference  
«Water resources management in the context of globalization»,  
dedicated to the 105th anniversary of the birth of Professor L.Y.Tazhibaev

СБОРНИК  
Международной научно - практической конференции  
«Управление водными ресурсами в условиях глобализации»,  
посвященной 105-летию со дня рождения профессора Тажибаева Л.Е.



Басуға 21.04.2021 ж. қол қойылды. Қалпы 60x84 1/16.  
Көлемі 17,5 б.т .  
Алматы қ., Абай даңғылы, 8. «Айтұмар» баспасы.

Подписано в печать 21.04.2021. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Объем 17,5 п.л.  
г. Алматы, пр. Абая, 8. Изд. «Айтұмар».