



Шолу

## ЖЕР БЕТІ СУ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

Саят К. Алимкулов  г.ғ.к., Айсулу А. Турсунова  г.ғ.к., Ляззат К. Махмудова  г.ғ.к., Асель А. Сапарова\*  PhD, Кайрат М. Кулебаев , Айдана Т. Базарбек 

«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан; sayat.alimkulov@mail.ru (С.К.А.); ais.tursun@bk.ru (А.А.Т.); mlk2002@mail.ru (Л.К.М.); aselek.a.s@mail.ru (А.А.С.); kairat.kulebayev@mail.ru (К.М.К.); aydanabt@gmail.com (А.Т.Б.)  
Автор корреспондент: Асель А. Сапарова, aselek.a.s@mail.ru

### ТҮЙІН СӨЗДЕР:

су ресурстары  
орташа жылдық  
ағынды мөлшері  
су қоры  
сумен қамтамасыз ету  
бағалау әдістері

### АБСТРАКТ

Су ресурстары жердегі тіршілікті және адам қызметінің әртүрлі аспектілерін сақтау үшін өте маңызды. Қоршаған ортаны сақтау және тұрақты дамуды қамтамасыз ету үшін су ресурстарын тұрақты басқару және қорғау басым міндеттер болып табылады. Экономикалық дамыған аймақтарда су ресурстарын пайдалану мүмкіндігін бағалау экономиканың су тұтыну салаларын дамыту сценарийлерімен де, гидрологиялық-климаттық жүйеде болып жатқан өзгерістерді ескеру қажеттілігімен де байланысты күрделі кешенді міндет болып табылады. Мұндай өзгерістер ағынды сулардың пайда болу жағдайларына әсер етеді және су режимінің айтарлықтай өзгеруіне әкелуі мүмкін, бұл мәселе әсіресе су ресурстарымен қамтамасыз етілмеген алаптар үшін өте маңызды. Осы ғылыми зерттеуде, біріншіден, салалық міндеттерді шешу үшін қажетті әкімшілік аудандар бойынша жер беті суларын бағалау алгоритмі ұсынылды; екіншіден, аумақтың сумен қамтамасыз етілуін бағалаудың әдіснамалық тәсілі ұсынылды.

### Мақала жайында:

Жіберілді: 5.02.2024  
Қайта қаралды: 4.10.2024  
Қабылданды: 20.02.2025  
Жарияланды: 01.04.2025

### Дәйексөз үшін:

Алимкулов С., Турсунова А.,  
Махмудова Л., Сапарова А.,  
Кулебаев К., Базарбек А. Жер  
беті су ресурстарын  
бағалаудың әдістемелік  
негіздері //  
Гидрометеорология  
и  
экология, №1 (116), 2025, 148-  
162.

### 1. КІРІСПЕ

Аймақтың халқы мен экономикасын сумен қамтамасыз ететін ірі су шаруашылығы жүйесін басқару тұтынушыларға белгілі бір мөлшерде және сапада судың тұрақты жеткізілуіне кепілдік беруі керек. Бұл ретте негізгі мәселе – олардың тапшылығы жағдайында су ресурстарын оңтайлы пайдалануды қамтамасыз ету. Су ресурстарын басқару тәжірибесінде су нысандарының жай-күйі сипаттамаларының өзгеруіне қойылатын талаптар мен шектеулер жүйесі қалыптасқан. Біріншіден, алаптағы және жалпы аймақтағы жер беті су ресурстарының өте маңызды сипаттамасы орташа жылдық ағындының мөлшері болып табылады, оның негізінде су шаруашылығы жүйелерін реттеудің негізгі сипаттамалары есептеледі. Екіншіден, өзендердегі судың минималды өтімдерін шектеу, оларды күтіп ұстау су пайдаланушылардың мүдделерін қанағаттандыруға және су экожүйелерінің жұмысына кепілдік береді, судың қажетті мөлшерін сипаттау үшін «су ресурстары» термині бар.

Су ресурстары – белгілі бір жерде және уақыт аралығында қажеттіліктерді анықтау үшін жеткілікті мөлшерде пайдаланылатын қол жетімді немесе қол жетімді болуы мүмкін су [1]. Су ресурстары әлеуетті (гидросфераның барлық су қорлары) және нақты (қолда бар су ресурстары) болып бөлінеді, яғни қазіргі технологиялық деңгейде пайдалану үшін қол жетімді, мұндай пайдаланудың экономикалық орындылығы мен экологиялық қол жетімділігі [2].

Нақты су ресурстары – су нысандарындағы, яғни өзендердегі, көлдердегі, су қоймаларындағы және каналдардағы тұщы су қорлары. Су айналымы үдерісінде оның барлық қорлары әр түрлі жылдамдықпен болса да жаңартылады. Кейбір жағдайларда, қалпына келтіруден асатын үлкен су алу кезінде су ресурстары таусылуы мүмкін. Су ресурстары аумақтық тұрғыдан, тіпті теориялық тұрғыдан алғанда, сарқылмайтын деп саналмайды. Су ресурстарының шектеулілігі көптеген ірі және кіші аймақтарда табиғи сулардың сандық және сапалық сарқылуы түрінде айтарлықтай көрінеді. Гидрологиялық

цикл процесінде су алмасудың сипаттамаларына сүйене отырып, белгілі бір аймақтың су қорлары статикалық немесе ғасырлық (баяу жаңартылатын) және динамикалық (жыл сайын жаңартылатын) болып бөлінеді [3].

Статикалық (ғасырлық) су қоры, оларға шартты түрде толық жаңару кезеңі көптеген жылдар немесе онжылдықтармен есептелетін тұщы су түрлері жатады (ірі көлдер, жер асты сулары, мұздықтар және т.б.). Оларды қарқынды пайдалану сөзсіз қарастырылып отырған су нысанына немесе онымен байланысты өзендер мен ландшафттарға зиян келтіреді, яғни табиғаттағы тұрақты тепе-теңдіктің азды-көпті елеулі бұзылуы, оның ауыр экологиялық зардаптармен қайтымсыз өзгеруіне әкелуі мүмкін. Жаңартылатын су ресурстары, оларға жердегі су айналымы процесінде жыл сайын жаңартылатын сулар жатады. Бұл негізінен уақыт бірлігіне ( $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $\text{км}^3/\text{жыл}$  және т.б.) бөлінген көлемде бағаланатын және қарастырылып отырған аймақта қалыптасатын немесе сырттан келетін өзен ағындысы.

Статикалық тұщы су қорлары мен жаңартылатын су ресурстары арасындағы айырмашылықтардың (әсіресе тұщы суды пайдалануды жоспарлау кезінде) ерекше маңыздылығын атап өткен жөн. Өкінішке орай, кейде бұл өте әртүрлі категориялар әдебиеттерде (тіпті арнайы гидрометеорологиялық) шатастырылады; көбінесе олар біріктіріледі немесе жеткілікті түрде ажыратылмайды. Сонымен қатар, бұл мүлдем дұрыс емес. Олар табиғаттағы маңыздылығымен түбегейлі ерекшеленеді және оларды қолдануға мүлдем басқа көзқарасты қажет етеді. Осылайша, жаңартылатын су ресурстарын экономикалық тұрғыдан пайдалануға болады және ғасырлық қорларды кез келген пайдалану сөзсіз қолайсыз экологиялық салдарға әкеледі.

Өзен суларының тез жаңару кезеңі және адамның экономикалық қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін тұщы судың негізгі көзі ретінде өзен ағындысының үлкен маңыздылығын анықтайды. Өзен ағындысы жердің жаңартылатын су ресурстарының негізгі көлемін қалыптастырып қана қоймайды, сонымен қатар айналым процесінде өзен суларының сапасын едәуір қалпына келтіреді. Барлық жер беті су нысандарының ішіндегі ең тәжірибелік маңыздылығы – тұщы сулардың ең динамикалық бөлігі – өзен ағындысы. Өзен ағындысының мөлшері бойынша белгілі бір аймақтың сумен қамтамасыз етілуі мен су ресурстарының тапшылығы бағаланады.

Баяу жаңартылатын су ресурстары санатына көлдер мен батпақтардағы су қоры жатады. Көлдерге құятын өзендердің су ресурстарын қарқынды пайдалану салдарынан ағынды сулардың қоры төмендейді, нәтижесінде су қоймаларына су ағындысы азаяды, бұл өз кезегінде су қоймаларындағы су қорының төмендеуіне әкеледі. Жоғарыда аталған су нысандарының көп бөлігі – ағынды сулар. Табиғи көлдермен қатар су қоймалары салынды. Олар өзен ағындысын реттеу үшін жасалған және олардағы су қоры баяу жаңартылатын су ресурстарына жатпайды. Су көлемі әдетте арналық су қоймаларында аз. Су қоймаларына түсетін ағынды суларының едәуір бөлігі арналық су қоймалары арқылы транзитпен өтеді.

Сонымен, жер беті су ресурстары – бұл су нысандарында шоғырланған және экономиканың әртүрлі салаларында қолданылатын немесе пайдаланылуы мүмкін жер беті сулары. Су нысаны – су режимінің тән нысандары мен белгілері бар табиғи немесе жасанды суайдыны немесе ағынсу. Су қоры – өзендерді, көлдерді, су қоймалар мен батпақтарды қоса алғанда, белгілі бір аумақтың барлық су ресурстарының жиынтығы.

Қазіргі уақытта су ресурстарын басқаруға жауапты адамдар үшін тұщы су қорларының қалай бөлінетіні туралы мәселе маңызды бола түсуде. Бүкіл әлемде суға деген сұраныс артып келеді. Бұл сұраныс халықтың өсуі, экономикалық даму және тұтыну үлгілерінің өзгеруі сияқты факторлармен анықталады. Су тапшылығы, су сапасының нашарлауы, экожүйелердің деградациясы және климаттың өзгеруі сияқты мәселелердің өсуіне байланысты су ресурстары барған сайын шектеулі болып келеді, бұл қазірдің өзінде су ресурстарына шамадан тыс жүктемеге тап болған көптеген

бассейндердегі жағдайды одан әрі нашарлатады [4]. Сондықтан жер беті суларының ресурстарын бағалауға негізделген әдістемелік әзірлемелер қажет.

Ғылыми зерттеудің мақсаты – су ресурстарын бағалаудың қолданыстағы ғылыми-тәжірибелік тәсілдерін, әдістерін талдау болып табылады. Зерттеудің маңыздылығы – су ресурстарын бағалау әдістеріне шолу, климаттық жүйеде болып жатқан өзгерістер жағдайында және ағындыға антропогендік әсер ету жағдайында, негізінен, белгісіздік жағдайында су ресурстарын бағалау әдістеріндегі мәселелерді анықтау болып табылады.

## 2. МӘЛІМЕТТЕР МЕН ӘДІСТЕР

Ғылыми мақаланы жазудың әдістемелік негізі нормативтік құжаттар мен әдістемелік ұсыныстар болды (негізгі есептік гидрологиялық сипаттамаларды анықтау). Бұл мақала үшін су ресурстарын бағалау және нақтылау бағытында зерттеудің факторлық-аналитикалық әдісі қолданылды. Олардың негізгілері – регрессиялық әдіс; факторлық талдау, ағынды беттерін интегралды орташалау әдісі, сызықтық теңдеулер әдісі [5...10].

## 3. НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Соңғы уақытқа дейін су ресурстарын бағалау әдістері өзен ағындысының кездейсоқ ауытқуларының стационарлығы туралы түсінікке негізделді. Демек, гидрометеорологиялық сипаттамалардың негізгі сипаттамалары (норма, вариация коэффициенті және т.б.) уақыт бойынша тұрақтылықты білдіретін стационарлық процесс тұрғысынан есептелді. Стационарлық тұжырымдама тұрғысынан жылдық ағынды жылдамдығы (орташа көпжылдық ағынды) өзендердің жалпы сулылығын және алаптың немесе аймақтың әлеуетті су ресурстарын анықтайтын негізгі және тұрақты сипаттама болды. Норма гидрологиялық «эталон» ретінде қызмет етті, ол ағындының басқа сипаттамаларын анықтауда пайда болды (мысалы, қамтамасыздығы әр түрлі жылдық, маусымдық және айлық шамалары). Сонымен қатар, гидроэнергетика, суару, сумен жабдықтау және басқа да су шаруашылығы құрылыстары үшін су қоймаларын жобалау кезінде норма өте маңызды болды.

Ағындының нормасы өткен жылдардағы ағындының жылдық шамаларын бақылаудың қолда бар сериялары негізінде есептелді. Бұл әдіс жылдық ағындының орташа тұрақтылығы туралы болжамға негізделген. Осылайша, ағындының орташа мөлшері гидротехникалық құрылыстарды пайдаланудың болашақ кезеңіне, адамзат қоғамының экономикалық қызметі нәтижесінде ағынды факторларының өзгеруіне тиісті түзетулер енгізу арқылы таралды [5]. И.Ф. Горошков өз жұмысында [6] гидрологиялық сипаттамалардың нормасы ретінде шамамен 40...60 жылдық бақылаулар бойынша алынған орташа мән қабылданатынын және осы көпжылдық кезең ұзақтығының мүмкін критерийі ретінде осы кезеңге географиялық жағдайлары өзгермеген және өзен алабындағы экономикалық қызметтің бірдей деңгейі кезінде өзен сулылығының бірнеше толық жұп (кем дегенде екі) тербеліс циклдерін қосу шарты қабылданатынын атап өтті.

Жылдық ағынды нормасының тұрақтылығы екі шартпен анықталды:

– орташа көпжылдық шама ретінде, егер көпжылдық қатарға тағы бірнеше жыл бақылау қосылса, ол шамалы өзгереді;

– бұл негізінен климаттық факторлардың (жауын-шашын мен булану) функциясы, сонымен қатар олардың орташа көпжылдық мәндері, олар өз кезегінде алаптың немесе аймақтың тұрақты климаттық сипаттамалары болып табылады.

Жалпы алғанда, жылдық ағындының нормасын тікелей есептеу немесе жалпы бағалау үшін, оның басқа сипаттамалары сияқты, өзендердің ағындысын ұзақ гидрометриялық бақылау өте маңызды болды. Олар су қоймаларын, бөгеттерді, көпірлерді және басқа құрылыстарды жобалау кезінде өзендердің болашақ режимін анықтауға негіз болды. Ағындының сипаттамалары алдымен өзендердің табиғи жағдайы үшін анықталды, содан кейін оларға өзен алабындағы экономикалық қызметтің белгілі

бір түрінің әсерінен ағындының өзгеруін ескеретін белгілі бір түзетулер енгізілді. Су қоймалары, басқа алаптардан суды алу немесе ағызу арқылы ағындының айтарлықтай жасанды реттелуі бар өзендер үшін табиғи режимдегі ағынды мәндері қалпына келтірілді.

Ағынды нормасының тұрақтылығы туралы түсінік негізінен шартты болып табылатындығын айта кету керек. Бұл тұжырымдама ағындының негізгі климаттық факторларының – жауын-шашын мен буланудың орташа көпжылдық шамаларының тұрақтылығы туралы болжамнан туындайтыны белгілі. Дегенмен, көптеген деректер үлкен аумақтардағы климаттық факторлар тарихи ғана емес, сонымен қатар тарихқа дейінгі өткен кезеңде өзгеріссіз қалмағанын көрсетеді. Көптеген оңтүстік, қазіргі жылы аудандардағы мұз дәуірінің іздері тропикалық өсімдіктер мен жануарлардың қазба қалдықтары және керісінше, көптеген солтүстік, қазіргі уақытта суық аудандардағы шегіну және теңіздердің пайда болуы, үлкен көлдердің құрғауы осы уақытқа дейін болған климаттың үлкен өзгерістерін көрсетеді [7...8]. Тарихи деректер соңғы екі мыңжылдықтағы климаттың өзгеруін де көрсетеді. Климаттың өзгеруіне сәйкес ландшафттың басқа элементтері де өзгерді. Осы факторлардың барлығы өткен кезеңдегі ағынды мөлшерінің өзгеруіне әкелді.

Уақыт қатарының тұрақсыздығын тудыратын гидрометеорологиялық сипаттамалар режимінің табиғи өзгеруімен бірге климаттың өзгеруі соңғы кездері айтарлықтай күшейген антропогендік әсерлермен де байланысты болуы мүмкін. Аумақтың гидрометеорологиялық сипаттамаларының өзгеруін стационарлық емес ықтималдық процесі деп санауға болады және тек кейбір жағдайларда, белгілі бір шектеулі уақыт аралығында оны шартты түрде стационарлық деп санауға болады. Бұл тәсілмен стационарлық емес процесс дискретті қабаттасатын квазистационарлық учаскелерден тұруы мүмкін.

Демек, соңғы уақытқа дейін өзен ағындысының ауытқуының стационарлық гипотезасы су шаруашылығы іс-шараларын негіздеу кезінде негізгі болды. Нормативтік әдістемелік құжаттарда көрсетілген су ресурстарын бағалау және оларды ұзақ мерзімді болжау үшін гидрологиялық есептеудің дәстүрлі әдістері өзен ағындысының кездейсоқ ауытқуларының стационарлығы туралы идеяға негізделген. Алайда, үздіксіз және өсіп келе жатқан антропогендік әсердің және өзгеретін климаттың әсерінен өзен алаптарында болатын гидрологиялық сипаттамалардың байқалған өзгерістері [7], кем дегенде, ұзақ мерзімді перспективада ағындының өзгеруін талдау кезінде стационарлық гипотезаны қолданудың заңдылығына күмән келтіреді. Сонымен қатар, гидрологиялық деректерді талдауға тартылған ықтималдық теориясы мен математикалық статистика әдістері негізінен біртекті мәліметтер үшін жасалғанын атап өткен жөн. Ағынды сулардың сипаттамаларының қатарында пайда болатын секірмелі, сатылы өзгерістер оларды гетерогенді немесе стационарлық емес етеді және талдаудың басқа тәсілдерін қажет етеді.

Климаттың өзгеруі, антропогендік әсер ағынды сипаттамаларының айтарлықтай өзгеруіне әкеліп соқтырды және су шаруашылығы есептеулерінің барлық спектріне әсер етті, гидрологиялық есептеулер парадигмасын өзгерту қажеттілігіне әкеледі. Өзгерістердің ауқымы мен анықталатын тұрақсыздықтың сипаты өзен ағындысының зерттелетін сипаттамалары үшін айтарлықтай ерекшеленеді. Гидрологиялық тәжірибе тұрғысынан стационарлық емес қатарлардың болуы ағынды сулардың сипаттамаларын бағалау және су ресурстарын ықтималды болжау үшін қолданыстағы әдістерді қайта қарауды және жаңа әдістерді әзірлеуді талап етеді.

Қазіргі уақытта ағындыны есептеу үшін гидрологиялық климаттық жүйенің даму тенденцияларын және сәйкесінше ағындыны сапалы және сандық бағалау (болжау) мүмкіндігін анықтау маңызды. Ағындының мөлшері мен бірқатар ағынды қалыптастырушы факторлар арасындағы сызықтық байланыстардың болмауы, тіпті

сенімді климаттық болжам болған жағдайда да, болашаққа ағындының бір мәнді бағасын беруге мүмкіндік бермейді.

Осылайша, норма ұғымы қазіргі заманға сәйкес келмейді, өйткені климат, нәтижесінде өзен ағындысы тұрақты емес. Бұл жағдайда су ресурстарын бағалаудың бірнеше тәсілдері орынды: Галперин Р.И. [8] тұжырымдамаларына сәйкес ұзақ кезең үшін; қазіргі жағдайды сипаттайтын кезең үшін; сондай-ақ таяу онжылдықтардағы су ресурстарының мүмкін болатын өзгерістерін ескеру.

Біріншісі – ағындының стационарлық тұжырымдамасы, ағындыны бағалаудың сенімділігі тек бастапқы қатардың ұзындығына байланысты. Су ресурстарының өткен жағдайы болашаққа экстраполяцияланады.

Екінші тұжырымдама керісінше, ол климат пен ағындының тұрақсыздығынан туындайды. Ескі жылдардағы су ресурстарын бағалау үшін деректерді пайдалану практикалық емес, көпжылдық қатардың бір бөлігімен ғана шектелген дұрыс – соңғы онжылдықтардағы деректер, бұл климат тұрақты болса да, антропогендік фактордың өзен ағындысына айтарлықтай әсер еткенде де қолданылады.

Үшінші тұжырымдама ағындының өзгеруіне бағытталған сипатынан туындайды және байқалған тенденция болашаққа экстраполяцияланады, яғни бақыланған қатардан алынған сипаттамаларға келесі кезең үшін түзету енгізу қажет. Осыдан атмосферадағы парниктік газдар концентрациясының сөзсіз жоғарылауын ескеретін модельдер шығады.

Жер беті суларын сандық бағалауды әдістемелік әзірлеу. Өзен алаптарының су ресурстарын бірнеше жылдар бойы бағалау үшін кейде регрессиялық әдіс қолданылады. Бұл әдіс метеорологиялық факторларға (жауын-шашын, ауа температурасы, ауа ылғалдылығының жетіспеушілігі және т.б.) байланысты өзен ағындысы регрессиясының теңдеулерін құрудан тұрады. Регрессиялық теңдеуді қолданған кезде барлық сипаттамалар мен параметрлер орташа квадраттық қателіктермен бағаланады. Регрессия теңдеулерінің параметрлері олардың қателіктері регрессия коэффициенттерінің мәндерінен 1,5...3,0 есе аз болған жағдайда шынайы (сенімді) болады.

Регрессиялық модельдің кейбір күрделенуі – бұл дәйекті күрделі регрессия деп аталады, мәні біріктірілген факторларды бағалаудан, содан кейін осы аргументтерден өзен ағындысының регрессиялық теңдеуін құрудан тұрады. Кешенді регрессия модельдері факторлық талдау модельдеріне ұқсайды. Бұл талдау екі тәуелсіз саламен ұсынылған: компоненттік талдау (негізгі компоненттер әдісі) және нақты факторлық талдау. Аргументтер ағынды факторлары ретінде әрекет ететін регрессия әдісінен айырмашылығы, қарастырылып отырған модельде факторлар белгісіз және олардың көптеген белгілері ғана анықталған. Тапсырма осы факторларды белгілер арқылы табуға және оларды талдауға негізделген. Су ресурстарының пайда болу факторларының белгілері гидрографиялық, орографиялық, географиялық және климаттық сипаттамалар болып табылады. Оңтайландыру процедурасы алғашқы екі-үш компонентте (немесе факторларда) барлық жалпыланған ақпараттың 90 % - на дейін (айнымалылардың дисперсиясы) алуға дейін азаяды. Көрсетілген компоненттермен (факторлармен), негізінен, ағындының тәуелділігі оңай тұрғызылады.

Регрессиялық және факторлық талдау әдісін жүзеге асыру үшін ағынды сулардан басқа метеорологиялық деректердің үлкен көлемін тартуды талап етеді. Сондықтан олар іс жүзінде кең таралмаған.

Су ресурстарын Мемлекеттік гидрологиялық институтта су қабаты ретінде бағалау кезінде ағынды беттерін интегралды орташалау әдісі алғаш рет әзірленді және сыналды [9]. Әдістің мәні зерттелетін аумақта (өзен алабы, теңіз алабы және басқа аумақтар) ағынды қабатының орташа мәнін бағалау болып табылады. Қарастырылып отырған әдіс су ресурстарын бағалауды тек аумақ бойынша ағынды аймақтық түрде өзгерген жағдайларда ғана емес, сонымен қатар метеорологиялық факторларды ескермей, көптеген факторлар ағындыға әсер еткен жағдайда да жүргізуге мүмкіндік береді. Оны жаппай есептеулерде қолдану қиын, өйткені өзен алаптарының орташа биіктігі туралы

егжей-тегжейлі мәліметтер қажет. Үлкен алаптар үшін дренаждардың орташа биіктігі туралы деректер іс жүзінде жоқ.

Ағындының сызықтық теңдеулер әдісі. Өзен су алаптары мен теңіз алаптары жыл сайынғы жаңартылатын су ресурстарының сипаттамаларын бағалау үшін (жергілікті ағынды, шетелден ағып келетін ағынды және жалпы ресурстар) сызықтық теңдеулер қолданылады, мұнда келесі сипаттамалар ескеріледі: су ресурстарының сипаттамасы және кез-келген өзен алаптарының су ресурстары арасындағы гидрометриялық қақпаға және оның бүкіл алабына сәйкессіздікті есепке алуға мүмкіндік беретін коэффициенттер. Сызықтық теңдеулердің коэффициенттерін анықтау кезінде келесі әдістердің бірі қолданылады [3]: өзен ағындысының нормасын оның ұзындығы бойынша интерполяциялау; зерттелмеген аумақтан ағындының ағынды нормаларының изолиния картасы бойынша ағындысын анықтау; зерттелмеген аумақта ағындыны гидрологиялық ұқсастық әдісімен бағалау.

Ағындыға шаруашылық қызмет үлкен әсер ететін өзен алаптарының табиғи су ресурстарын бағалау үшін оның мәні табиғи қалыптасу жағдайларына әкелінеді, яғни ағындыны қалпына келтіру жүзеге асырылады. Өзендер мен су айдындарындағы шаруашылық қызметтің басталуымен гидрологиялық сипаттамаларды анықтауды нақтылау қажеттілігі өзекті бола бастайды және бірқатар зерттеушілер ағынды процесінің тұрақсыздығы және оны антропогендік әсер ету процесінде зерттеудің мүмкін жолдары туралы теорияны алға тартады [10...14]. Демек, қазіргі уақытта стационарлық бақылау пункттерінің деректері негізінде су ресурстарын бағалау ең ұтымды және нақты болып қала береді, жанама әдістерді қолдана отырып, аумақтар толық зерттелмеген немесе нақты деректер мүлдем жоқ.

Ағынды сипаттамаларын бағалау және болжау кезінде гидрологиялық және климаттық параметрлердің байқалған және болжамды өзгерістерін ескеруге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы әдістердің ішінен бағалау мен болжаудың байес әдістеріне негізделген ықтималдық әдістері мен тәсілдері соңғы уақыттарда әлемде белсенді дамып келе жатқан ең перспективалы бағыттардың бірі болып табылады [7, 15...18]. Байес әдісінің көмегімен ұсынылған жағдайлардың өзгеру гипотезасына сүйене отырып, жалпы процестің тұрақсыздығын және болашақта жағдайдың дамуы белгісіздігін ескере отырып, өзендердің жылдық ағындысын есептеуге болады.

Шартты стационарлық жағдайлардың өзгеру гипотезасын қабылдау және таңдалған бөлу принциптеріне сәйкес ағынды сулардың бөлінуі екі шартты стационарлық кезеңге бөлу заңын құру арқылы орташа жылдық ағындының мөлшерін бағалау үшін жеткілікті – базалық және ағымдағы [19]. Ізделетін үлестіру екі үлестіру заңының қосындысы болып табылады, мұнда әрбір термин шартты стационарлық кезеңнің ұзақтығына байланысты белгілі бір маңыздылыққа ие.

Әкімшілік аудандар бойынша жер беті суларын бағалау әдістемесі. Шаруашылық тұрғыдан алғанда, жер беті су ресурстарын аудандар арасында бөлу және олардың нақты көлемін, басқа аудандар қатар тәуелді болатын су ресурстарын ескере отырып, әртүрлі іс-шараларды жоспарлау өте қиын. Алайда, осы мәселелерді шешуге тура келетін белгілі бір салалық міндеттер бар. Тәжірибелік талаптарды есептеу әдістемесі мен схемасын дұрыс құра отырып, жеткілікті сенімді және сенімді материалдарға сүйене отырып, кешенді тәсілмен қанағаттандыруға болады.

Әкімшілік аудандар бойынша жер беті суларын бағалаудың негізгі қиындығы – әкімшілік аудандардың шекаралары өзен су алаптарының табиғи шекараларына сәйкес келмейді. Бұл, әсіресе, салыстырмалы түрде кіші өзеннің су жиналуы бірнеше аудандардың аумағын алып жатқан құрғақ аймақтарда орналасқан аумақтарға қатысты қиын.

Әкімшілік аудандар бойынша өзендер мен су ағындыларының жаңартылатын су ресурстарын бағалау кезінде мынадай сипаттамаларды қарастыру қажет:

- жергілікті ағынды, шектес аумақтардан келетін ағынды (осы аумақ шегінде қалыптасатын өзендер мен су ағындысының жиынтық көлемі);
- осы аумаққа шектес аудандардан және шетелден ағып келетін ағынды (өзендер мен оның шегіне сырттан ағып келетін су ағындысының жиынтық көлемі);
- зерттелетін аумақтан ағып кететін ағынды (өзендер мен су ағындыларының оның шегінен тыс ағып кететін жиынтық көлемі);
- жиынтық ағынды (жергілікті қалыптасқан су көлемінің және іргелес аудандардан ағып келетін ағындысының жиынтық мәні) [3].

Әкімшілік аумақтардың су ресурстарын жыл сайын бағалау үшін ағындының сызықтық теңдеулер әдісін қолдануға болады. Әдістің мәні мынада: кез-келген әкімшілік аумақ үшін оның географиялық орналасуына байланысты жер беті су ресурстары сипаттамалар жиынтығы түрінде ұсынылады (жергілікті ағынды, ағып келетін су ағындысы, шетелден ағып келетін су ағындысы, жергілікті ағынды мен ағып келетін су ағындысының қосындысына тең жалпы ресурстар, ағып кететін ағынды, шетелге ағып кететін ағынды). Шын мәнінде, әрбір гидрологиялық сипаттама үшін теңдеуді әзірлеу қажет. Біріншіден, қарастырылып отырған әкімшілік ауданның ауданына қатысты ағынды көлемінің гидрометриялық өлшеулерінің деректерін ескере отырып, екіншіден, аумақ бойынша ағындының өзгеру заңдылықтарын анықтау қажет.

Атап айтқанда, белгілі бір әкімшілік ауданның жергілікті ағындысының көлемін бағалау үшін оның шегіндегі барлық өзендер мен су ағындыларының жиынтық ағындысын анықтау қажет. Гидрологиялық бекет әкімшілік аудандардың шекарасынан қандай да бір қашықтықта орналасқан жағдайда (өлшенетін су ағындысы оның әкімшілік аудан шекарасындағы мәндерінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін), қаралатын өзен ағындысының мәндерін зерттелетін әкімшілік ауданның шекарасына келтіруді жүзеге асыру қажет.

Жалпы жағдайда, әкімшілік аудандар бойынша жергілікті құрылымдағы су көлемін жыл сайын бағалау үшін мынадай сипаттамаларды есепке алу қажет: жергілікті құрылымдағы су көлемі; әкімшілік аудан шегінде ағатын өзендердегі гидрометриялық тұстамалардағы өзен суларының көлемі; өзендер ағындысын әкімшілік аудан шекарасына келтіру параметрлері; жергілікті ағындыны қалыптастыратын өзен арналарынан алынған судың көлемі; қолданғаннан кейін өзен арналарына құйылатын су ағындыларының көлемі; қарастырылып отырған өзен бассейндегі су көлемін басқа бассейндерге жіберу; басқа бассейндердегі су көлемін жіберу; су қоймалардағы су қорын өзгерту; арналық су қоймаларының бетінен қосымша (құрлықпен салыстырғанда) булану; судың қайтарымсыз тұтынуына тең су көлемінен табиғи жағдайда булануға және инфильтрацияға шығындар.

Осылайша, әкімшілік аудандар бойынша жер беті суларын бағалау келесі алгоритм бойынша жүзеге асырылуы мүмкін:

- жергілікті құрылымның ағындысын анықтау (гидрологиялық бекеттердің деректері негізінде зерттелген учаскелер бойынша ағындыларды бағалау; әкімшілік ауданның зерттелмеген аумағынан ағынды сызықтарының картасы бойынша немесе  $h=f(F)$  аймақтық тәуелділік қисықтарын пайдалана отырып, одан әрі бүкіл ауданға немесе оның қандай да бір бөлігіне қатысты өлшей отырып, ағындыларды анықтау; зерттелмеген және зерттелген бөліктер аудандарының қатынасы; әкімшілік ауданның зерттелмеген ауданынан зерттелгенге ұқсастығы бойынша ағындыны бағалау);
- іргелес аумақтардан ағып келетін су ағындысын анықтау (әкімшілік аудандардың шекараларына жақын орналасқан осы ауданға ағып келетін өзендердегі гидрологиялық бекеттер бойынша ағындыны анықтау; өзеннің ұзындығы бойынша ағынды нормасын интерполяциялау арқылы қарастырылып отырған өзен ағындысының мәндерін зерттелетін әкімшілік ауданның шекарасына келтіру);

- осы әкімшілік ауданнан ағындының ағып кетуін анықтау (ағып келетін ағындымен ұқсастығы бойынша, ағып кетіп жатқан өзендерде орналасқан гидрологиялық бекеттегі ағындыларды есепке алу кезінде);

- транзиттік ағындыны анықтау, табиғи шығындар кезінде жоғалған бөлігін қоспағанда, белгілі бір әкімшілік ауданның аумағы арқылы ағып жатқан су;

- шетелден республиканың шегіне келетін су ағындысын және елден тыс ағып кететін ағындыны анықтау, елдің мемлекеттік шекараларына жақын орналасқан жармалардағы өзендердің ағындысы туралы деректер негізінде;

- әкімшілік аудандардың жиынтық ресурстарын анықтау, жергілікті және іргелес аудандардан ағып келетін ағындыны қорытындылау негізінде.

Аумақтың жер беті суларымен қамтамасыз етілуін бағалау әдістемесі. Климаттың өзгеруі су ресурстарына айтарлықтай және әртүрлі әсер етеді. Өткен онжылдықтардағы климаттық өзгерістер жаһандық гидрологиялық циклге әсер еткені туралы барлық жаңа дәлелдер бар, мысалы, маусымдық өзен ағындысының өзгеруі [20...21]. Антропогендік қызмет, оның ішінде шаруашылық қызмет климаттың өзгеруінің әсерін күшейтеді. Соңғысы су экожүйелерінің жұмысын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаратын ағынды режиміне қосымша қауіп төндіреді. Сегізінші Ұлттық хабарламаға сәйкес, XXI ғасырдың аяғында Қазақстанда температураның әлем бойынша және басқа да көптеген Азия елдеріндегі орташа деңгейден едәуір жоғарылауы болжануда [22].

Жер беті су ресурстарының уақыт бойынша динамикасы табиғи сумен қамтамасыз етудің ауытқуына ықпал етеді су ресурстарын пайдалану және оларды сарқылудан және ластанудан қорғау бойынша кез келген аумақта өндіргіш күштерді дамыту сұлбаларын әзірлеу үшін ерекше маңызға ие. Суы мол және суы аз жылдардағы табиғи меншікті сумен қамтамасыз ету әр түрлі аумақтар үшін әр түрлі болуы мүмкін.

Суды әртүрлі экономикалық қажеттіліктерге пайдалану үлкен өзен жүйелері мен аймақтардың жер беті су ресурстарына әсер ететін негізгі антропогендік фактор болып табылады. Сондықтан кез-келген аймақтың су ресурстарының жай-күйін бағалау үшін, ең алдымен, осы аймақтағы суды тұтыну және оның көп жылдық кезеңдегі динамикасы туралы мәліметтер болуы керек. Өз кезегінде, аймақтағы су тұтынудың көлемі мен құрылымы оның әлеуметтік-экономикалық даму деңгейімен, халық санымен және физика-географиялық жағдайымен анықталады. Суды тұтыну туралы мәліметтерге ие бола отырып, су ресурстарының жай-күйін сипаттауға болады, ол осы аймақтағы су ресурстарын пайдаланылатын су көлемімен, сондай-ақ халық санымен салыстыру арқылы анықталады [3].

Осы мақсатта әдетте әртүрлі критерийлер мен көрсеткіштер қолданылады (су стрессінің көрсеткіші, жан басына шаққандағы сумен қамтамасыз ету, тәуелділік коэффициенті). Әлемдегі әртүрлі өңірлер мен елдердің су ресурстарымен қамтамасыз етілуін бағалау үшін су ресурстарына жүктеме көрсеткішін (пайдалану коэффициенті) пайдалануға негізделген тәсіл қолданылады, ол жаңартылатын су ресурстарына толық су тұтыну шамасының пайызымен қатынасына тең. Жаңартылатын су ресурстары қарастырылып отырған аймақ пен көршілес аумақтардан өзен суларының ағындысы шегінде қалыптасатын жергілікті су ресурстарының қосындысын білдіреді. Су ресурстарымен қамтамасыз етуді бағалауға аталған тәсіл әртүрлі зерттеушілердің жұмыстарында қолданылды [23...24]. Ұсынылған тәсілге сәйкес су ресурстарына жүктеме дәрежесі бес санаты бар жіктеу бойынша айқындалады (1-кесте).

Жаңартылатын су ресурстарының жылдан жылға үлкен ауытқуы жағдайында су ресурстарына жүктемені олардың орташа көпжылдық мәндерінің шамасы бойынша бағалау төмен көрсеткіштерді беретінін атап өткен жөн. Сонымен бірге, осы мақсат үшін өзен ағындысының ең төменгі жылдық мәндерін пайдалану айқын жоғары нәтижелерге әкеледі, өйткені көптеген аймақтарда ағынды сулардың бір бөлігін жасанды немесе табиғи реттеу арқылы пайдалану мүмкіндігі бар.



**Кесте 1***Су ресурстарына жүктеме дәрежесі бойынша жіктеу*

Санат	Қнайд, %	Сипаттама
I	<10	Су ресурстарына төмен жүктеме - өңірлерде сумен қамтамасыз етуде елеулі проблемалар туындамайды
II	10...20	Су ресурстарына орташа жүктеме-сумен қамтамасыз ету деңгейі аймақтың дамуын шектейтін факторға айналады
III	20...40	Су ресурстарына жоғары жүктеме-дамудың тұрақтылығы үшін суға деген сұраныс пен ұсынысты реттеу қажет
IV	40...60	Су ресурстарына өте жоғары жүктеме-судың елеулі тапшылығы және суды тұтынуды реттеу мен шектеудің, сумен қамтамасыз етудің қосымша көздерін тартудың шұғыл қажеттілігі орын алады. Су ресурстарының тапшылығы экономикалық өсуді және халықтың әл-ауқатын арттыруды тежейтін факторға айналады
V	>60	Қауіпті өте жоғары жүктеме - су ресурстарының тапшылығы экономика мен тіршілік әрекетінің дамуының маңызды факторына айналады

Жұмыста [3] су ресурстарына нақты жүктемені бағалау үшін бақылау кезеңінде қатарынан су аз үш жыл бойы су ресурстарының ең төменгі орташа жылдық мәнін алу орындырақ болып көрінеді. Су аз кезеңдердегі деректер орташа көпжылдық мәндерден, әсіресе су ресурстарының көпжылдық ауытқуларының үлкен өзгергіштігі кезінде әлдеқайда аз болып келеді. Көрсетілген шамалар шартты түрде нақты су ресурстары деп аталады, орташа көпжылдық шамалармен бірге жер беті су ресурстарына жүктемені бағалау үшін қолданылады.

Қалай болғанда да, жер беті су ресурстарына жүктеме дәрежесі бойынша бағалауға негізделген бұл тәсіл белгілі бір аймақтағы су ресурстарының тапшылығын толық сипаттауға мүмкіндік бермейді, өйткені оның аумағында тұратын халықтың санын ескермейді. Осы факторды есепке алу үшін нақты су ресурстарының қайтарымсыз су тұтынуды шегергендегі халық санына қатынасы ретінде есептелетін меншікті сумен қамтамасыз ету көрсеткішін қосымша пайдалану ұсынылады. Көрсетілген көрсеткіш бойынша су ресурстарының жай-күйін жіктеу мынадай градацияны қамтиды (2-кесте).

**Кесте 2***Су ресурстарының жай-күйін меншікті сумен қамтамасыз ету бойынша жіктеу*

Сипаттама	Градация, мың м <sup>3</sup> /адам
Сумен қамтамасыз етудің апатты төмен деңгейі	<1,0
Сумен қамтамасыз ету өте төмен	1,01...2,0
Сумен қамтамасыз етудің төмендігі	2,01...5,0
Орташа сумен қамтамасыз ету	5,01...10
Жоғары сумен қамтамасыз ету	10,01...20
Өте жоғары қамтамасыз ету	>20

Өңірдегі жер беті су ресурстарының жай-күйі сумен қамтамасыз ету шамасы бойынша бағаланады, бұл бір тұрғынға келетін судың мөлшерін білдіреді. Бұл жағдайда сумен қамтамасыз етудің екі түрін ажырату керек – әлеуетті және нақты. Әлеуетті сумен қамтамасыз ету - бұл орташа көпжылдық жаңартылатын су ресурстарының халық санына қатынасы. Әлеуетті сумен қамтамасыз етудің шамасы бойынша тұтастай алғанда елдегі су ресурстарының қалыптасуының табиғи жағдайындағы жай-күйін бағалауға, жекелеген аймақтарға салыстырмалы сипаттама беруге және белгілі бір уақыт кезеңіндегі сумен қамтамасыз ету динамикасын талдауға болады.

Алайда, әлеуетті сумен қамтамасыз ету шамаларын бағалауда, әсіресе су ресурстары шектеулі өңірлерде пайдалану объективті жағдайдың бұрмалануына әкеледі, өйткені әлеуетті табиғи сумен қамтамасыз ету нақты жағдайлармен салыстырғанда әрқашан асыра бағаланады. Себебі оны пайдалану кезінде біржола жоғалып кететін судың бір бөлігі есепке алынбайды. Сонымен қатар, жекелеген жылдар мен кезеңдерде су ресурстары орташа көпжылдық мәндерден әлдеқайда аз. Осы жағдайларды есепке алу үшін су тапшылығы жағдайында суы аз жылдары болуы мүмкін барлық субъектілер үшін су ресурстарына жүктемені бағалаумен бірге нақты сумен қамтамасыз ету талданады.

Нақты сумен қамтамасыз ету мөлшері суы аз жылдары бір адамға келетін судың қалдық мөлшерін (пайдаланғаннан кейін) білдіреді.

Су ресурстары мен сумен қамтамасыз етілу жүктемесі орташа көпжылдық су ресурстарына қатысты анықталады, бұл өзен ағындысын реттеу немесе қайта бөлу, бар немесе ықтимал су тапшылығын жою бойынша қажетті шараларды бағалауға мүмкіндік береді. Келесі авторлардың ғылыми зерттеулеріне сәйкес тағы бір көзқарас бар [7, 25...26], пайдалану коэффициенті қысқы кезеңдегі өзендердің минималды сулылығына су қабылдаудың экономикалық қажеттіліктерге қатынасы ретінде есептеледі. Суды пайдалану коэффициентін есептеудің бұл тәсілі негізгі артықшылықтар мен шектеулерге ие. Артықшылықтары – су экожүйелерінің биологиялық әртүрлілігі мен экологиялық жағдайын сақтау үшін судың минималды қажеттіліктерін ескереді. Шектеулер-бір өлшемді тәсіл, судың қажеттілігіне әсер ететін көптеген факторларды ескермейді (мысалы, жер ресурстарын пайдаланудағы өзгерістер).

Жұмыста [27] балама нұсқа ұсынылды, оған сәйкес сумен қамтамасыз етудің нақты есебі көршілес аумақтардан келетін тұщы су ағындысының жартысынан тұратын жергілікті су ресурстарының мөлшеріне бағытталған. Бұл тәсіл аймақтық және жаһандық бағалаулар үшін кеңінен қолданылды [28...30].

Шаруашылық қажеттіліктер үшін судың айтарлықтай алынуына байланысты судың әлеуетті және нақты үлестік қолжетімділігі жиі ажыратылады, соңғысын есептеу кезінде өзен ағындысының бір бөлігінің қайтарымсыз алынуы ескеріледі. Жоғарыда айтылғандай, тұщы су ресурстарының маңызды түрі көлдердің су ресурстары болып табылады, оларды пайдалану антропогендік белсенділікке байланысты артады. Осыған байланысты, сумен қамтамасыз етуді қазіргі заманғы бағалау үшін батыс өңірі аумағының сумен қамтамасыз етілуін тек жаңартылатын ғана емес, сонымен қатар табиғи және жасанды су айдындарындағы су ресурстары есебінен де қарастыру қызығушылық тудырады. Бұл ретте халықты табиғи су айдындарының су ресурстарымен қамтамасыз ету бойынша алынған нәтижелер жаңартылатын су ресурстарымен сумен қамтамасыз етуді бағалау деректерімен салыстырылуы тиіс.

Еуропалық тәжірибеде кең таралған тәсілдердің бірі - Фалкенмарк критерийі. Фалкенмарк көрсеткішіне сәйкес жылына 1700 м<sup>3</sup>-тен аз меншікті қамтамасыз ету су тапшылығының болуын көрсетеді [31]. Алайда, бұл критерий тек су қорларын көрсетеді, бірақ су ресурстарына деген қажеттілікті ескермейді, бұл сұраныс қарастырылып отырған аймақтың халық санымен біржақты анықталады деп болжайды [32]. Балама тәсіл су көздерінен алынатын көлемнің жиынтық толықтырылатын су көлеміне қатынасына тең тұрақтылық индексі есептеу кезінде қолданылады [33]. Тұрақтылық индексі пайдаланған кезде, егер су тұтыну жаңартылатын ағындының 20 % асатын болса, су тапшылығы мәселесі және егер бұл көрсеткіш 40 % - дан асатын болса, судың өткір тапшылығы туралы айтылады [34].

Осылайша, су тапшылығы мәселесіне сәйкес тапшылық көрсеткіштері бар төрт тәсіл қолданылады:

- Фалкенмарк индексі (IF), сондай-ақ су стрессінің индексі ретінде белгілі;
- сыни коэффициент (CR), сондай-ақ БҰҰ индикаторы ретінде белгілі;
- Халықаралық су ресурстарын басқару институтының индексі (IWMI);
- су кедейлігінің индексі (WPI).

Осы төрт индекстің ішінен қарапайымдылығы мен айқындылығына байланысты IF ең көп қолданылады. IF индексі пайдалану бірқатар шекті мәндерге сүйене отырып, белгілі бір елдегі су ресурстарын тұтыну деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

CR индексі қолдану тәсілі IF индексіне негізделген тәсілге ұқсас, сонымен қатар барлық қол жетімді нымандардан су алудың барлық қол жетімді су ресурстарымен арақатынасын бағалайды. Егер жыл сайынғы су алу сумен жабдықтаудың (жаңартылатын тұщы су) 20...40 % құраса, елде су тапшылығы бар және бұл көрсеткіш 40 % - дан асса, қатты тапшылық бар деп айтуға мүмкіндік береді. Алайда, екі тәсілдің де

кемшіліктері бар, олар судың жетіспеушілігі жағдайында елдің техникалық және әлеуметтік бейімделу қабілетін ескермейді, ластануына байланысты барлық қол жетімді судың ішуге болмайтындығын, сондай-ақ басқа факторларды ескермейді.

IWMІ индексін қолдану тәсілі икемді және суды тұтынуды сипаттайтын бірқатар экономикалық және инфрақұрылымдық факторларды ескереді. Бұл индекс сумен жабдықтаудың жеткіліксіз деңгейі оның физикалық мағынасында судың аздығына ғана емес, сонымен қатар нашар ұйымдастырылған сумен жабдықтау инфрақұрылымына да байланысты болуы мүмкін деп айтуға мүмкіндік береді. Мысалы, бай су ресурстарына ие Конго Демократиялық Республикасы үшін тән су тапшылығы «екінші ретті тапшылық» екенін көрсетеді, өйткені бұл, ең алдымен, тұтынушыларға су жеткізуге қажетті қаражаттың болмауына байланысты.

Сонымен қатар, бұл тәсіл жетілдірілмеген, өйткені су тапшылығы дамыған басқару институттарының болмауына байланысты кезде «үшінші ретті тапшылықты» және су тапшылығы әлеуметтік қатынастар мен саяси процестерге байланысты болған кезде «төртінші ретті тапшылықты» ескермейді.

WPI индексі басқа индекстерді қолданатын тәсілдер үшін көрінбейтін болып қалатын бірқатар факторларды ескереді, соның ішінде су ресурстарын басқару әлеуеті, судың сапасы, сумен жабдықтау арқылы қанағаттандырылатын қажеттіліктердің сипаты және т.б. алайда, оның жан-жақты сипатына байланысты оны түсіндіру өте қиын.

Барлық аталған индекстер суды тұтыну туралы ақпаратты өте жалпыланған түрде ұсынады-олар жағдайды ұлттық және тіпті аймақтық ауқымда талдауға мүмкіндік береді, бірақ әлі де көптеген маңызды мәліметтерді еленбейді. Сонымен қатар, оларды саяси тұрғыдан қолдануға байланысты кішкене адекватты деп санауға болады. Осылайша, IF индексін қолдану негізінен халықты шектеу саясатын әзірлеуді қамтиды, өйткені бұл тәсіл шеңберіндегі су тапшылығы халық санының өсуімен тікелей байланысты [35].

Барлық параметрлер индекстерінің үйлесімі жалпы су қауіпсіздігі индексін бере алады. Маңызды айырмашылық - су қауіпсіздігін бағалау салыстыру және салыстырмалы талдау үшін (мысалы, елдер, қалалар мен өзен бассейндері арасындағы су қауіпсіздігін салыстыру) немесе шешім қабылдау үшін (мысалы, белгілі бір жағдайда су қауіпсіздігін жақсарту үшін қолайлы инвестициялық стратегияны анықтау үшін) қолданыла ма. Демек, жоғарыда аталған критерийлер әкімшілік аумақтардың жер беті суларымен қамтамасыз етілуін бағалау негізінде қажет.

#### **4. ҚОРЫТЫНДЫ**

Қорытындылай келе, су ресурстарын, олардың уақыт пен аумақтағы ауытқуларын зерттеу, табиғи-экономикалық аймақтың сумен қамтамасыз ету динамикасын бағалау мәселесінде экономикалық қызметтің гидрологиялық циклге әсерін ескеру маңызды екенін атап өтуге болады. Осы ғылыми зерттеуде әкімшілік аудандар бойынша жер беті суларын бағалаудың ұсынылған алгоритмі салалық міндеттер үшін қажет, оның шеңберінде су ресурстарының нақты көлемін ескере отырып, әртүрлі іс-шараларды жоспарлау кезінде аудандар арасындағы жер үсті су ресурстарына қатысты мәселелерді шешуге тура келеді. Болашақтың су ресурстарын бағалау және болашақта сумен қамтамасыз ету мәселелерін шешу тұрғысынан адамның әсері есебінен климаттың антропогендік өзгерістері бірінші кезектегі маңызға ие (әкімшілік аумақтардың жер беті суларымен қамтамасыз етілуін бағалау негізінде қажетті критерийлер кешенін ескере отырып, аумақтың жер үсті суларымен қамтамасыз етілуін бағалаудың әдіснамалық тәсілі ұсынылған).

#### **АВТОРЛАРДЫҢ ҚОСҚАН ҮЛЕСІ**

Тұжырымдамалау – СКА; деректерді басқару - ААТ; Ресми талдау - ЛКМ; Әдістеме – ААС, КМК, АТБ; Қадағалау - ААТ, ААС; Бастапқы жобаны жазу - ААТ, ААС; Шолу жазу және редакциялау - ААТ.

**ҚАРЖЫЛАНДЫРУ**

Жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің тапсырысы бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде орындалды (ІРН: BR21882122, «Жасыл даму контекстінде Батыс Қазақстан өңірінің табиғи-шаруашылық және әлеуметтік-экономикалық жүйелерінің тұрақты дамуы: кешенді талдау, тұжырымдама, болжамдық бағалау және сценарийлер).

**ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

- 1 Международный гидрологический словарь. Всемирная метеорологическая организация, WMO-№385, 2012. – 461 с.
- 2 Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С. Вода и человек. – М.: Издательство «Перо», 2022. – 324 с.
- 3 Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. – 600 с.
- 4 UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO, 2020. – 236 p.
- 5 Воскресенский К.П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках (методические основы и практика). Л.: Гидрометеоздат, 1956. – 467 с.
- 6 Горощков И.Ф. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 430 с.
- 7 Коробкина Е.А., Филиппова И.А., Харламов М.А. Оценка стока в бассейне р. Дон: необходимость смены парадигмы гидрологических расчетов // Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47. – №. 6. – С. 663-673.
- 8 Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Гальперина Р.И. – АО «Национальный научно-технический холдинг «Парасат» Институт Географии. – Алматы, 2012. – 684 с.
- 9 Бабкин Б.И., Гусев О.А., Новикова В.А. Методика осреднения и интерполяции гидрометеорологических характеристик // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 217. – С. 175-186.
- 10 Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 302 с.
- 11 Денисов П.П. Изменение речного стока по крупным регионам Земного шара // Метеорология и гидрология. – 1980. – №6. – С. 106-107.
- 12 Клиге Р.К. Изменения глобального водообмена. – М.: Наука, 1985. – 247 с.
- 13 Дроздов О.А. О надежности использования аналогов прошлого для прогнозов водного режима на будущее // Водные ресурсы. – 1992. – №4. – С. 7-12.
- 14 Христофоров А.В. Теория случайных процессов в гидрологии. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 141 с.
- 15 Ahsan S., Bhat M.S., Alam A., Farooq H., Shiekh H.A (2023). Complementary use of multi-model climate ensemble and Bayesian model averaging for projecting river hydrology in the Himalaya. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 30, 38898–38920. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24913-6>.
- 16 Xianneng Zha, Huaiwei Sun, Hao Jiang, Lei Cao, Jie Xue, Dongwei Gui, Dong Yan, Ye Tuo (2023). Coupling Bayesian Network and copula theory for water shortage assessment: A case study in source area of the South-to-North Water Division Project (SNWDP), Journal of Hydrology, Vol. 620, Part A, 129434, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129434>.
- 17 Temesgen Zelalem, Kasiviswanathan K.S (2023). A Bayesian modelling approach for assessing non-stationarity in annual maximum rainfall under a changing climate, Hydrological Sciences Journal, 68:10, 1460-1478, <https://doi.org/10.1080/02626667.2023.2218550>
- 18 Tianyu Sun, Deping Liu, Dong Liu, Liangliang Zhang, Mo Li, Muhammad Imran Khan, Tianxiao Li, Song Cui (2023). A new method for flood disaster resilience evaluation: A hidden Markov model based on Bayesian belief network optimization, Journal of Cleaner Production, Volume 412, 137372, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137372>.
- 19 Болгов М.В., Сенцова Н.И. Байесовские оценки расчетных характеристик минимального стока рек в нестационарных условиях // Метеорология и гидрология. – 2010. – №. 11. – С. 70-80.
- 20 Climate change. impacts and vulnerability in Europe 2016: an indicator-based report, EEA Report No 1/2017, 2017, 424 p. doi:10.2800/534806
- 21 Водные ресурсы, качество поверхностных вод и водопотребление в странах «Восточного партнерства». Доклад на основе показателей. Отчет ЕАОС № 14/2020. Европейское агентство по окружающей среде, 2020. – 82 с. doi:10.2800/088732
- 22 Восьмое национальное сообщение и пятый двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2022 – 491 с.
- 23 Kristen M. Whitney, Enrique R. Vivoni, Theodore J. Bohn, Giuseppe Mascaro, Zhaocheng Wang, Mu Xiao, Mohammed I. Mahmoudde, Chuck Cullom, Dave D. White (2023). Spatial attribution of declining Colorado River streamflow under future, warming. Journal of Hydrology, Vol. 617, Part C. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129125.
- 24 Ruxin Zhao, Hongquan Sun, Lisong Xing, Renzhi Li, Ming Li (2023). Effects of anthropogenic climate change on the drought characteristics in China: From frequency, duration, intensity, and affected area. Journal of Hydrology, Vol. 617, Part B. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.129008.
- 25 Демин А.П., Болгов М.В., Филиппова И.А. Изменение нагрузки на водные ресурсы бассейна реки Оки под влиянием климатических и антропогенных факторов. Научное обеспечение реализации Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г. Сборник научных трудов. Петрозаводск. – 2015. Том. 2 – С. 86-93.
- 26 Сивохиц Ж.Т. Институционально-правовые аспекты комплексного использования водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах // Трансграничные территории Востока России: факторы, возможности и барьеры развития. – 2021. – С. 304-309.
- 27 Шикломанов И.А., Маркова О.Л. Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 196 с.
- 28 Shikiomanov I.A., Balonishnikova J.A (2003). World water use and water availability: trends, scenarios, consequences. IAHS Publ., Vol. 281, pp. 358-364.
- 29 World Water Resources at the Beginning of 21st Century (2003) / Ed. Shiklomanov I.A., Rodda J.C. Cambridge University Press, 450 p.
- 30 Smakhtin V., Revenga C., Döll P (2004). A pilot global assessment of environmental water requirements and scarcity. Water international, Vol. 29, 3, pp. 307-317.

- 31 Falkenmark M., Lundqvist J., Widstrand C (1989). Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approches: Aspects of Vulnerability Semi-arid Development. *Natural Resources Forum*, Vol. 13, 4, pp. 258-267.
- 32 Фридман А.А. Модели экономического управления водными ресурсами. М.: Изд. Дом Высшей школы экономики. – 2012. – 284 с.
- 33 Raskin P., Gleick P., Kirshen P., Pontius G., Strzepek K (1997). *Water Futures: Assessment of Long-Range Patterns and Problems*. Stockholm, Stockholm Environmental Institute, 77 p.
- 34 Рыбкина И.Д., Сивохиц Ж.Т. Водные ресурсы российско-казахстанского трансграничного региона и их использование // Юг России: экология, развитие. – 2019. – Т. 14, – № 2. – С. 70-86.
- 35 Читонге Х. Урбанизация и водный кризис в Африке: картографирование порядков дефицита воды // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 9: Востоковедение и африканистика. – 2021. – № 1. – С. 74–80.

## REFERENCES

- 1 Mezhdunarodnyi gidrologicheskii slovar' [International glossary of hydrology]. World Meteorological Organization, WMO-№385, 2012, 461 p. [in Russian]
- 2 Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Zaitseva I.S. *Voda i chelovek [Water and humans]*. М.: Izdatel'stvo «Pero», 2022, 324 p. [in Russian]
- 3 *Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie [Water resources of Russia and their use] / pod red. I.A. Shiklomanova*. SPB.: Gosudarstvennyi gidrologicheskii institut, 2008, 600 p. [in Russian]
- 4 UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO, 2020, 236 p.
- 5 Voskresenskii K.P. *Gidrologicheskie raschety pri proektirovanii sooruzhenii na mal'kikh rekakh, ruch'yakh i vremennykh vodotokakh (metodicheskie osnovy i praktika) [Hydrological calculations in the design of structures on small rivers, streams and temporary watercourses (methodological basis and practice)]*. L.: Gidrometeoizdat, 1956, 467 p. [in Russian]
- 6 Goroshkov I.F. *Gidrologicheskie raschety [Hydrological calculations]*. L.: Gidrometeoizdat, 1979, 430 p. [in Russian]
- 7 Korobkina E.A., Filippova I.A., Kharlamov M.A. Otsenka stoka v basseine r. Don: neobkhodimost' smeny paradigmy gidrologicheskikh raschetov [Flow assessment in the Don River basin: the need for a paradigm shift in hydrological calculations]. *Vodnye resursy.*, 2020, Vol. 47, No. 6. – pp. 663-673. [in Russian]
- 8 *Vodnye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravlenie. Tom VII. Resursy rechnogo stoka Kazakhstana. Kniga 1. Vozobnovlyаемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана [Water Resources of Kazakhstan: Assessment, Forecasting, Management. Volume VII. River flow resources of Kazakhstan. Book 1. Renewable surface water resources of Western, Northern, Central and Eastern Kazakhstan] / Pod red. Gal'perina R.I.* «Natsional'nyi nauchno-tehnicheskii kholding «Parasat» Institut Geografii. Almaty, 2012, 684 p. [in Russian]
- 9 Babkin B.I., Gusev O.A., Novikova V.A. Metodika osredneniya i interpol'yatsii gidrometeorologicheskikh kharakteristik [Methodology for averaging and interpolation of hydrometeorological characteristics]. *Trudy GGI*, 1974, No. 217., pp. 175-186. [in Russian]
- 10 Shiklomanov I.A. Antropogennyye izmeneniya vodnosti rek [Anthropogenic changes in river water availability]. L.: Gidrometeoizdat, 1979, 302 p. [in Russian]
- 11 Denisov P.P. *Izmenenie rechnogo stoka po krupnym regionam Zemnogo shara [Changes in river runoff by major regions of the globe]*. *Meteorologiya i gidrologiya*, 1980, No. 6, pp. 106-107. [in Russian]
- 12 Klige R.K. *Izmeneniya global'nogo vodoobmena [Changes in global water exchange]*. М.: Nauka, 1985, 247 p. [in Russian]
- 13 Drozdov O.A. O nadezhnosti ispol'zovaniya analogov proshlogo dlya prognozov vodnogo rezhima na budushchee [On the reliability of using past analogues for future water regime forecasts]. *Vodnye resursy*, 1992, No. 4, pp. 7-12. [in Russian]
- 14 Khristoforov A.V. *Teoriya sluchainykh protsessov v gidrologii [Theory of random processes in hydrology]*. М.: Izd-vo MGU, 1994, 141 p. [in Russian]
- 15 Ahsan S., Bhat M.S., Alam A., Farooq H., Shiekh H.A (2023). Complementary use of multi-model climate ensemble and Bayesian model averaging for projecting river hydrology in the Himalaya. *Environmental Science and Pollution Research*, No.30, 38898–38920. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24913-6>.
- 16 Xianneng Zha, Huaiwei Sun, Hao Jiang, Lei Cao, Jie Xue, Dongwei Gui, Dong Yan, Ye Tuo (2023). Coupling Bayesian Network and copula theory for water shortage assessment: A case study in source area of the South-to-North Water Division Project (SNWDP), *Journal of Hydrology*, Vol. 620, Part A, 129434, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129434>.
- 17 Temesgen Zelalem, Kasiviswanathan K.S (2023). A Bayesian modelling approach for assessing non-stationarity in annual maximum rainfall under a changing climate, *Hydrological Sciences Journal*, 68:10, 1460-1478, <https://doi.org/10.1080/02626667.2023.2218550>
- 18 Tianyu Sun, Deping Liu, Dong Liu, Liangliang Zhang, Mo Li, Muhammad Imran Khan, Tianxiao Li, Song Cui (2023). A new method for flood disaster resilience evaluation: A hidden Markov model based on Bayesian belief network optimization, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 412, 137372, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137372>.
- 19 Bolgov M.V., Sentsova N.I. Baiesovskie otsenki raschetnykh kharakteristik minimal'nogo stoka rek v nestatsionarnykh usloviyakh [Bayesian estimations of estimated characteristics of minimum river flow under non-stationary conditions]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2010, No. 11, pp. 70-80. [in Russian]
- 20 Climate change. impacts and vulnerability in Europe 2016: an indicator-based report, EEA Report No 1/2017, 2017, 424 p. doi:10.2800/534806.
- 21 *Vodnye resursy, kachestvo poverkhnostnykh vod i vopodotreblenie v stranakh «Vostochnogo partnerstva» [Water Resources, Surface Water Quality and Water Use in the Eastern Partnership Countries']*. Doklad na osnove pokazatelei. Otchet EAOS № 14/2020. Evropeiskoe agentstvo po okruzhayushchei srede, 2020, 82 p. doi:10.2800/088732. [in Russian]
- 22 *Vos'moe natsional'noe soobshchenie i pyaty dvukhgodichnyi doklad Respubliki Kazakhstan Ramochnoi Konventsii OON ob izmenenii klimata [Eighth National Communication and Fifth Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the United Nations Framework Convention on Climate Change]*. Astana, 2022, 491 p. [in Russian]
- 23 Kristen M. Whitney, Enrique R. Vivoni, Theodore J. Bohn, Giuseppe Mascaro, Zhaocheng Wang, Mu Xiao, Mohammed I. Mahmoudde, Chuck Cullom, Dave D. White (2023). Spatial attribution of declining Colorado River streamflow under future warming. *Journal of Hydrology*, Vol. 617, Part C. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129125.

- 24 Ruxin Zhao, Hongquan Sun, Lisong Xing, Renzhi Li, Ming Li (2023). Effects of anthropogenic climate change on the drought characteristics in China: From frequency, duration, intensity, and affected area. *Journal of Hydrology*, Vol. 617, Part B. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.129008.
- 25 Demin A.P., Bolgov M.V., Filippova I.A. Izmenenie nagruzki na vodnye resursy basseina reki Oki pod vliyaniem klimaticheskikh i antropogennykh faktorov [Changes in the load on water resources of the Oka River basin under the influence of climatic and anthropogenic factors]. *Nauchnoe obespechenie realizatsii Vodnoi strategii Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 g. Sbornik nauchnykh trudov. Petrozavodsk, 2015, Vol. 2, pp. 86-93. [in Russian]*
- 26 Sivokhip Zh.T. Institutstional'no-pravovye aspekty kompleksnogo ispol'zovaniya vodnykh resursov v transgranichnykh rechnykh basseinakh [Institutional and legal aspects of integrated water resources use in transboundary river basins]. *Transgranichnye territorii Vostoka Rossii: faktory, vozmozhnosti i bar'ery razvitiya.*, 2021, pp. 304-309. [in Russian]
- 27 Shiklomanov I.A., Markova O.L. Problemy vodnykh resursov i perebrosok stoka v mire [Problems of water resources and flow diversions in the world]. L.: Gidrometeoizdat, 1987, 196 p. [in Russian]
- 28 Shikiomanov I.A., Balonishnikova J.A (2003). World water use and water availability: trends, scenarios, consequences. *IAHS Publ.*, Vol. 281, pp. 358-364.
- 29 *World Water Resources at the Beginning of 21st Century (2003)* / Ed. Shiklomanov I.A., Rodda J.C. Cambridge University Press, 450 p.
- 30 Smakhtin V., Revenga C., Döll P (2004). A pilot global assessment of environmental water requirements and scarcity. *Water international*, Vol. 29, 3, pp. 307-317.
- 31 Falkenmark M., Lundqvist J., Widstrand C (1989). Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approches: Aspects of Vulnerability Semi-arid Development. *Natural Resources Forum*, Vol. 13, 4, pp. 258-267.
- 32 Fridman A.A. Modeli ekonomicheskogo upravleniya vodnymi resursami [Models of economic water management.]. M.: Izd. Dom Vysshei shkoly ekonomiki, 2012, 284 p. [in Russian]
- 33 Raskin P., Gleick P., Kirshen P., Pontius G., Strzepek K (1997). *Water Futures: Assessment of Long-Range Pattens and Problems*. Stokhgolm, Stokhgolm Environmental Institute, 77 p.
- 34 Rybkina I.D., Sivokhip Zh.T. Vodnye resursy rossiisko-kazakhstanskogo transgranichnogo regiona i ikh ispol'zovanie [Water resources of the Russian-Kazakh transboundary region and their use]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*, 2019, Vol. 14, No. 2. pp. 70-86. [in Russian]
- 35 Chitonge Kh. Urbanizatsiya i vodnyi krizis v Afrike: kartografirovanie poryadkov defitsita vody [Urbanisation and the water crisis in Africa: mapping orders of water scarcity]. *Sotsial'nye i gumanitarnye nauki. Otechestvennaya i zarubezhnaya literatura, Ser. 9: Vostokovedenie i afrikanistika*, 2021, No. 1, pp. 74–80. [in Russian]

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Саят К. Алимкулов к.г.н., Айсулу А. Турсунова к.г.н., Ляззат К. Махмудова к.г.н., Асель А. Сапарова\* PhD, Кайрат М. Кулебаев, Айдана Т. Базарбек

АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан; sayat.alimkulov@mail.ru; ais.tursun@bk.ru; mlk2002@mail.ru; aselek.a.s@mail.ru; kairat.kulebayev@mail.ru; aydanabt@gmail.com  
Автор корреспонденции: Асель А. Сапарова, aselek.a.s@mail.ru

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

водные ресурсы  
норма годового стока  
водный фонд  
водообеспеченность  
методы оценки

### АБСТРАКТ

Водные ресурсы критически важны для поддержания жизни на Земле и разнообразных аспектов человеческой деятельности. Устойчивое управление и охрана водных ресурсов являются приоритетными задачами для сохранения окружающей среды и обеспечения устойчивого развития. Оценка перспектив использования водных ресурсов в экономически освоенных регионах достаточно сложная комплексная задача, связанная как со сценариями развития водопотребляющих отраслей экономики, так и с необходимостью учета изменений, происходящих в гидролого-климатической системе. Подобные изменения влияют на условия формирования стока и способны приводить к существенной трансформации водного режима, эта проблема особенно значима для бассейнов с невысокой обеспеченностью водными ресурсами. В данном научном исследовании, во-первых, предложен алгоритм оценки поверхностных вод по административным районам необходимый для решения отраслевых задач, во-вторых, предложен методологический подход оценки водообеспеченности территории поверхностными водами с учетом комплекса критериев, необходимых в основе оценки водообеспеченности административных территорий поверхностными водами.

### По статье:

Получено: 5.02.2024  
Пересмотрено: 4.10.2024  
Принято: 20.02.2025  
Опубликовано: 01.04.2025

# METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR THE ASSESSMENT OF SURFACE WATER RESOURCES

Sayat Alimkulov candidate of the geographical sciences, Aisulu Tursunova candidate of the geographical sciences, Lyazzat Makhmudova candidate of the geographical sciences, Assel Saparova\* PhD, Kairat Kulibayev, Aidana Bazarbek

«Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan; sayat.alimkulov@mail.ru; ais.tursun@bk.ru; mlk2002@mail.ru; aselek.a.s@mail.ru; kairat.kulebayev@mail.ru; aydanabt@gmail.com  
Corresponding author: Assel Saparova, aselek.a.s@mail.ru

---

## KEY WORDS

water resources  
average runoff  
water fund  
water availability  
assessment methods

## About article:

Received: 5.02.2024  
Revised: 4.10.2024  
Accepted: 20.02.2025  
Published: 01.04.2025

---

## ABSTRACT

Water resources are critically important for the maintenance of life on Earth and various aspects of human activity. Sustainable management and protection of water resources are priorities for environmental conservation and sustainable development. Assessing the prospects for the use of water resources in economically developed regions is a rather complex task associated with both scenarios for the development of water-consuming sectors of the economy and the need to take into account changes occurring in the hydrological and climatic system. Such changes affect the conditions of runoff formation and can lead to a significant transformation of the water regime, this problem is especially significant for basins with low availability of water resources. In this scientific study, firstly, an algorithm for assessing surface waters by administrative districts is proposed, which is necessary to solve sectoral problems; secondly, a methodological approach is proposed for assessing the water supply of a territory with surface waters, taking into account a set of criteria necessary for assessing the water supply of administrative territories with surface waters.

---

**Баспагердің ескертпесі:** барлық жарияланымдардағы мәлімдемелер, пікірлер мен деректер «Гидрометеорология и экология» журналына және/немесе редакторға(ларға) емес, тек авторға(ларға) тиесілі.