**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТ**

**М.Х. САРСЕНБАЕВ, Ж.А. Жанабаева**

**Су ресурстары: мәселелері, бағалау және басқару**

*Оқу құралы*

**Алматы 2015**

**Мазмұны**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Кіріспе** | 3 |
| 1 | **Гео-биосфера және адамның іс-әрекеті** | 5 |
| 1.1 | Су орта және оның мәселелері | 5 |
| 1.2 | Қоршаған орта және оның мәселелері | 6 |
| 1.3 | Экология – тірі ағзалар әлемінің өзара байланысы туралы ғылым | 8 |
| 2 | **Су және оның қорлары** | 11 |
| 2.1 | Заманауи су мәселелері | 11 |
| 2.2 | Су ресурстары және жеке аумақтардың су қамтамасыздығы | 13 |
| 2.3 | Статистикалық және қалпына келетін су ресурстары | 15 |
| 3 | **Өзен ағындысының антропогендік факторларын бағалау** | 17 |
| 3.1 | Өзен алаптарындағы шаруашылық қызметті бағалаудың ғылыми әдістемелік әдістері | 17 |
| 3.2 | Шаруашылық әрекеттің антропогендік факторларының барлық кешенін бағалау | 20 |
| 3.2.1 | Таулы өзендердің су жинау алаптары | 20 |
| 3.2.2 | Жазық аумақтардың өзен жүйелері (ірі өзендері) | 21 |
| 3.2.3 | Орташа өзендердің жазықтық су жинау алаптары | 22 |
| 4 | **Жеке антроген түрінің өзен ағындысына әсерін бағалау әдістері** | 25 |
| 4.1 | Өзендерді арналық реттеу | 25 |
| 4.2 | Өзен алаптарындағы жерлерді суармалау және қайтарымды сулар | 28 |
| 4.3 | Өзен алаптарындағы агро-ормандық мелиорациялық іс-шаралар | 32 |
| 4.4 | Батпақтарды және батпақтанған жерлерді құрғату | 35 |
| 4.5 | Орман алқаптарының өзен ағындысына ықпалы | 37 |
| 4.6 | Урбандалу, өнеркәсіптік және тұрмыстық су тұтыну | 39 |
| 5 | **Ағындыны реттеу** | 43 |
| 5.1 | Ағынды реттеу теориясының негізгі ережелері | 43 |
| 5.2 | Ағындыны реттеу түрлері | 46 |
| 5.3 | Ағындыны реттеудің көрсеткіштері | 52 |
| 5.4 | Ағындыны реттеуді есептеудің негізгі әдістері | 53 |
| 6 | **Су ресурстарын басқару мәселелері** | 56 |
| 6.1 | Су ресурстарын басқару міндеттері | 56 |
| 6.2 | Өзен ағындысын кешенді пайдалану мен қорғауды аудандыстыру мен жоспарлау | 57 |
| 6.3 | Қазақстанның өзен ағындысының қауіпсіздігі мен су тәуелсіздігінің өлшемдері | 61 |
| 6.4 | Су ресурстарын басқару | 63 |
|  | **Қорытынды** | 67 |
|  | **Әдебиеттер** | 68 |

**Кіріспе**

Көптеген ғалымдардың болжамдары бойынша адамзатқа ауыр келешек қауіп төндіреді. Ең ақырында адамзат халқының саны көбейіп, кедейленіп және қолайсыз қоршаған ортада тіршілік етеді.

2006 жылдың басында жер ғаламшарында ресми түрде 6,5 млрд адам тіркелген. Кейбір ғалымдардың пайымдауынша кедей мемлекеттер мен қалаларының жағдайына ғаламшардағы халық санының тоқтамай өсу факторы үлкен қауіп туғызуда. Осылай, тұрғындар саны 30 млн асатын қалалар сирек болмайды. Байлық пен кедейшіліктің арасындағы қарама-қарсы табыстар және азық-түлікпен қамту бойынша мәселелер шиелінісе түседі және олардың тапшылығы үшінші әлем елдерінде байқалады. Қазіргі уақытта, тамақ жетіспеуден зардап шегетін халықтың саны 600 миллионнан 3 млрд. дейін жоғарлайды. Барлық туылатын балалардың шамамен 90 % жердің өмір сүру деңгейі төмен аудандарда өмірге келеді.

Американдық ғалымдар XXI ғасырдың соңына бұдан да қорқынышты көріністі сипаттайды. Егер халық санының жоғарлауы қазіргі таңдағыдай жоғары болса, онда халық саны 30 млрд. дейін жетуі мүмкін. Мұндай халықты біздің ғаламшар асырай алмайды.

Бұндай жағдайда азық-түлік өнімдерін өндіру халық санының өсуіне үлгере алмайды. Азық-түліктің бағасы көп есе жоғарлайды. Мұхиттар мен теңіздерде ауланатын балықтардың саны азаяды. Ауада көмірқышқыл газының жиналауы, қышқыл жаңбырлар, атмосферадағы қорғаныш озон қабатының бұзылуы, су көздерінің өндірістік ластануы, су көздері мен көлемінің азаюы – барлық осы құбылыстар жаһандық масштабтардағы үлкен мәселелерді тудырады. Сонымен қатар, топырақ эрозиясы мен ормандардың шабылуы құрлықтағы барлық пайдалы аудандардың бес бөлігінің жоғалуына әкеледі, өндірістің барлық саласының экономикасы деградацияға ұшырайды. Өсімдіктерге химиялық тыңайтқыштар мен қорғау құралдарын шамадан тыс пайдалану азық-түлік өнімдерінің сапасына, сонымен қатар, адамдардың денсаулығына әсер етеді.

Яғни, ғалымдардың пайымдауынша азық-түлікті өндіру асболюттік шамалардан жоғары болса да, адамзат қазіргі уақытпен салыстырғанда кедей болады.

Бірақ, жоғарыда айтылғанның барлығы **адамзатқа ескерту** және оны сәуегейлік ретінде қабылдауға болмайды.

Неміс ғалымы Г. Хефлинг [1] өзінің жұмысында біздің табиғатымызға деген үлкен үрейі мен ауыруын білдірді, оның ойынша оған үлкен қауіп төнуде. Біздің ғаламшарымыздағы «кідіріп жарылатын» алты бомбалардың ішінде ол суды бірінші орынға қойды, судың жоғалуы – ол біздің және бар ғаламшарымыздың апат болуы деп атап кетті, ал алтыншы орында атомдық бомбаны көрсетті. Сондықтан, үшінші мыңжылдықтың маңызды мәселелері – табиғи ресурстардың ең сезімталы – суды қорғау, басқару және ұтымды пайдалану.

Аталған жұмыста жаһандық және аймақтық аспектілер бойынша шаруашылық қызметтің су ресурстарына ықпалының барлық жақтары баяндалып және бағаланды, сонымен қатар, жеке су шаруашылық аумақтар үшін басқару әдістері қарастырылған.

Автор аталған жұмыс су ресурстарын кешенді пайдалану мәселелерімен жұмыс жасайтын мамандар, гидроэкология саласының ғылыми жұмысшылары мен жобалаушылар, сонымен қоса, сәйкес мамандықтардың бакалавриат және магистратура студенттері үшін пайдалы еңбек болатынына үміт артады. Сонымен қоса, Автор аталған метеорология және гидрология кафедрасының қызметкерлері мен еңбекті техникалық жағынан даярлауға тікелей қатысқан Р.К. Данабаев маманға ерекше ризашылығын білдіреді.

**І Гео-биосфера және адамның іс-әрекеті**

**1.1 Су ортасы және оның мәселелері**

Адамдар судың мәнін көптеген мыңжылдықтар бұрын түсінген. Адамның алғашқы қоныстары судың жанында орналасқан, адамдар өзінің өмір әрекетінде суды белсенді пайдаланған. Заманауи индустриялы қоғамда да, жоғары дамыған ежелгі өркениеттер экономикасының басты факторы суға қажеттіліктерін қанағаттандыру болған. Сондықтан, адамзаттың алғашқы жазылған заңдары – су туралы заңдар. Біздің дәуірімізге дейінгі 4000 жыл бұрын шумерлерде егістіктерді суармалаудың егжей-тегжелі уақыт тәртібі дайындалған. Бұл адамзат тарихында бізге белгілі алғашқы жазбаша, заңды құжат.

Ежелгі гидротехниктер сол уақыттың өзінде суды үнемдеу туралы алаңдаған. Бағалы ылғал жоғарыда орналасқан алаптарда белгілі дәрежедегі «су айдайтын мұнараларда» мұқият жинақталған және антикалық қалаларды сумен қамтуда маңызды рөлді атқарған. Осындай қоймалардан су қашыртатын құбырлар әртүрлі биіктік деңгейлерінде орналасқан. Бәрінен жоғары жеке және дәулетті үйлердің құбырлары жүргізілген, төменірек қоғамдық ғимараттарға (ауруханалар, моншалар және т.б.) су жеткізетін құбырлар, ал одан да төмен жүргізілген құбырлар – көшелер мен алаңдардағы қоғамдық су атқыштарға су жеткізеді. Сонымен, қоймалардағы су қорлары таусылған кезде, автоматты түрде жеке үйлерде сумен қамту тоқтайтын, ал қоғамдық және көшедегі тұтынушыларға су жіберу жалғаса беретін.

Адамдар сол кезде де таза судың қорлары шектеулі екендігі және судың әртүрлі көлемін пайдаланған үшін сәйкес төлемдер болатынын түсінгенін атап кету керек. Ол үшін құбырларға арнайы стандартты саптамалар болған, оларға қазыналық пломбаға орнатылды. Саптаманың көлемі неғұрлым үлкен болған сайын, пайдаланылатын судың шығыны соғұрлым көп және құны да жоғары болған. Яғни, заманауи есептеуіш секілді су шығынын қалыптандырудың қарапайым тәсілі.

Сонымен қоса, Ежелгі Римде ватерклозет (дәретханалар) болған, онда қазіргі уақыттағы сияқты таза емес, ваннада қолданылған суларды пайдаланған. Сондықтан, «Ең керемет су – Олимпиада ойындары мен алтыннан да артық» деген атақты ежелгі грек нақыл сөзі бізді таңқалдырмайды.

Адамзаттың тарихы су ресурстарының тапшылығы мемлекеттік дауласуларға әкелуі мүмкін деп атады. Осылай, б.д.д. үшінші мыңжылдықта Тигр және Ефрат өзендері аралығындағы суаруға қажетті су үшін шумерлік қалалар алауыздық соғыстар жүргізген.

Өкінішке орай, аталмыш кикілжің жағдайлар, сонымен қатар, трансшекаралық өзендердің су ресурстары үшін мемлекет аралық наразылықтар ХХ жүзжылдықта болған және ХХІ ғасырда да жалғасын табуда. Әдетте, бұл тұщы судың тапшылығы өте жоғары аридті және құрғақ аймақтар – Солтүстік Африка, Таяу және Орта Шығыс, Орталық Азия және Қазақстан. Сонымен қатар, өткен жүзжылдықтың екінші жартысында Батыс Еуропаның дамыған мемлекеттері және сонымен қоса, АҚШ және Мексика таза судың тапшылығын көре бастады.

Бұл мәселе, бүгінгі ақиқаттың күн тәртібінен алып тасталмайтынын атап кеткен жөн. Өзбекстанның президенті Ислам Каримов өзінің Қазақстанға сапарларының бірінде, орталық-азиялық аймақтағы су мәселесіне қатысты, былай мәлімдеді: «...жағдай қарама-қарсылықтан соғысқа дейін шиелінісу дәрежесіне жетуі ықтимал».

Осыдан, барлық мүдделі мемлекеттердің тұщы сумен қамталу жағдайы, келешегі және экономикалық қауіп-қатері – ХХІ ғасырдағы адамзаттың алдында тұрған маңызды мәселелердің бірі. БҰҰ мәліметтері бойынша қазіргі таңда, әлемде екі миллиардтан астам адамдар су тапшылығынан зардап шегеді. Яғни, су **ең тапшы табиғи ресурсқа** айналып келеді.

Осыған сәйкес, адам суды Жердегі өмірдің қорғаушысы ретінде пайдаланып, судың табиғи айналымына барлық кедергілерді түгелдей ретке келтіруге және біруақытта су ресурстарын пайдаланудың әртүрлі типтеріне қатаң талаптар қою міндетті.

Қазіргі таңда, адамдардың табиғи ресурстарды тұтыну үдерісіндегі көптеген іс-шаралардың ішінде экологиялық міндеттердің ең маңыздысы – су пайдалануды қорғау мен реттеу.

**1.2 Қоршаған орта және оның мәселелері**

Бұрынғы жүзжылдықтың 60-шы жылдары американдық ғалым Пол Эрлих: «Біздің қоршаған ортамыз – топырақ, су мен газ тәрізді атмосферасы, минералды пайдалы заттар мен тірі ағзалардан тұратын ғаламшарымызды покрывающая жалғыз **«тері»** деп жазған. Жер ғаламшары басқа ғаламшарлардан атмосфера мен гидросфераның төменгі бөлігін және литосфераның жоғарғы бөлігін, тірі ағзалар және олардың өмір сүру, бір-бірімен байланысы мен өзара әсерінінің ауданын қамтитын белсенді өмір сүру ауданы – **биосферасының** болуымен ерекшеленетінін атап кету керек.

Биосфера туралы замануи оқулар орыс және совет жаратылыстану-сынаушы – энциклопедист академик В.И. Вернадскийдің еңбектерінде дайындалды. Оның оқуларының мәні биосфера біртендеп ноосфераға көшуі бар, ол қоршаған орта мен қоғамның өзара әсері ету аймағы, онда саналы адамның іс-әрекеті негізгі даму факторына айналады. Академик Н. Моисеевтің пікірі бойынша «ноосфера дәуіріне өту қоғамның ұйымдасқан құрылымы, тәрбиенің жаңа адамгершілік пен моральді қайта құру қиын әрі ауыр үдеріс». Яғни, қазіргі таңда біз тек адамдың табиғатты сақтау мен оны ұтымды пайдалануға қатысты жауапкершілік санасы жоғарлауда деп айта аламыз. Бірақ, санадан дұрыс **«экологиялық қауіпсіз» тәртіп-тәрбиеге** дейін - үлкен жол, егер біз қазіргі мәселелерді біруақытта түсініп және олардың күрделі өзара ықпалын табуды үйреніп, дұрыс шешімдерге ұмтылатын болсақ ғана осы жолды өте аламыз. Ол үшін **ойлау мен іс-әрекетті** және сонымен қатар, саяси нанымдардың қуатты күшін қайта құрастыру керек. Бұл эдролық қаруды атмосферада, мұхитта, құрлық бетінде (Невада-Семей), орташа және жақын қашықтыққа ұшырылатын ракеталарды жою, биологиялық және химиялық қаруды қолдануға шек қою.

Жоғарыда айтылған мәліметтерге қарамастан, кейбір мемлекеттерде (Иран, Солтүстік Корея) ядролық қаруды дайындау қарқынды жүруде. Сонымен қоса, көптеген мемлекеттер биологиялық және химиялық қаруға ие.

Қазір уақытта адамның қоршаған ортаға тигізетін ықпал қауіпінің жоғары ауқымы белең алды. Осы жағдайды жақсарту үшін мақсатқа бағытталған және ойластырылған әрекеттер қажет. Қоршаған ортаның заманауи жағдайы туралы сенімді мәліметтерді жинап, экологиялық факторлардың өзара ықпалы туралы жаңа білімдерді игеріп, егер табиғатқа адамның тигізетін әсерін төмендету және зардабын болдырмаудың жаңа әдістерін дайындаған кезде ғана қоршаған ортаға қатысты жауапкершілікті және әрекетті саясат тек мүмкін болады. Ол үшін бірінше кезекте, экологиялық-табиғи мәліметтердің мониторингі, сонымен қатар, физикалық және математикалық үлгілердің негізінде оларды дайындау.

Пол Эрлих табиғат пен адамның арасындағы экологиялық теңдестіктің бұзылуының басты себебі **«демографиялық жарылыс»** деп атап кетті. Ол біздің ғаламшарымыздың «терісі» «қатерлі ісікпен» ауырды деді. Осыдан жаңа сұрақтар туындайды: «Бұл кеселді жазуға болады ма? Қоршаған ортаның күрделі экологиялық бұзылулардың салдарын жоюға болады ма?»

Көптеген байыпты мамандар осы сұрақтарға теріс жауаптар береді. Олардың пікірінше барлық жақта таралған «қатерлі ісіктерге»: мұхит бетіндегі ірі мұнай дақтары; өзендерде уланған балықтардың массасы; тропикалық және қылқанды ормандардың кесілуі; топырақтың шайылуы мен эрозиясы; қоқыстар мен қалдықтардың ірі жиналуы; өсімдіктердің өлуі мен жануарлар әлемінің жеке түрлерінің жойылуы; ғасырлық жерасты сулары мен кейбір су тоғандар қорларының жоғалуы; өзен ағындысының сандық және сапалық азаюы; қалалардың үстіндегі тозаңдар; мұздықтардың көлемі мен санының азаюы; климаттың өзгеруі және т.б. көрсетуде. Сонымен қатар, осы мәселелерге өткен және қазір болып жатқан соғыстар (Вьетнам, Ауғаныстан, Таяу Шығыс, Солтүстік Африка және т.б.) жағымсыз әсерін тигізуде.

Табиғаттың бір бөлігі адам, өзінің қолдары және іс-әрекетімен осындай «қатерлі ісіктерді» туындатты. Қазір адамзат құрлық бетінің шамамен 45 % пайдаланады. Бірақ ғаламшардың халқының саны өсуде. Осыдан үшінші сұрақ: «Ары қарай не болмақ?».

Демографиялық жарылыстан бөлек, адамның жасампаздығы қауіп төндіреді. Табиғат жүйесі мен айналымына әсер ететін жаңа технологиялық жаңалықтар пайда болуда. Осындай әсерлердің салдары әдетті ең жағымсыз болады – адам өзі араласатын көптеген жағдайда табиғаттың күрделі механизмдерін толық білмейді.

Келесі сұрақ туындайды: «Не істеу керек?». Сұраққа тек бір ғана жауап бар – адамзат өзін-өзі жойып жібермеу үшін барлық мүмкіндік болатын әрекеттерді қазір жасау керек.

Қоршаған ортаның бұзылуы бұл – жаңа кезеңде туындаған нәтиже деп қарастыру пікірі таралған, ол **мүлдем қате түсінік**! Адамдар ең ерте тарихи кезеңдерде де табиғатты бұзды, ол туралы кейбір куәландырулар бар. Адам өзі дамуының басында, терушілер мен аңшылар болып, табиғат жүйесіне енген. Алғашқы дәнді бидай алу үшін отырғызып, адам табиғатты жүйелік қайта қалыптастыруды бастады. Табиғаттың қарапайым заңдарын пайдалану арқылы адам өзі және өзінің ұрпақтары үшін қорек қорын ұлғайтты. Сондықтан, қарапайым ауыл шаруашығына қолайлы жағдай өзен аңғарларында бірінші демографиялық жарылыстар болған Қытайда (Янцзы өзені), Таяу Шығыста (Евфрат және Тигр), Мысырда (Нілдің төменгі ағысы).

Мысалы, Вавилон мен Мысырдың жемісті жерлері көп адамды азықпен қамти алған, ол жерде бірінші мықты мемлекеттер пайда болды, олар өз әскерлерімен көршілес аумақтарды жаулап алды. Бірақ, бұнда ауыл шаруашылығы төмендей бастады. Тарихшылар ассирлік-вавилондық өркениеттің құлауын суармалы аудандардың ұлғаюы мен Евфрат пен Тигр өзендерінің арасындағы жерлердің тұздануымен түсіндіреді. Аумақтардың тұздануы дұрыс емес суармалаудан болған. (б.ғ.д. VI Навуходоносор мен оның әйелі мысырлық патшайымның билеген кезеңі). Ежелгі Рим кезінде ормандарды шабу кезіндегі карстық үдерістер мен жерлердің өнімділігінің (Югославия, Дальмация ауданы) төмендеуіне әкелді.

Ежелгі уақыттың басқа да экологиялық апаттары – антикалық қалалардағы аяусыз эпидемиялар (оба, тырысқақ), олар тіпті, орта ғасырларда да қайталанған. Бұның себебі – адамзат тұрақтарындағы антисанитарлық шарттар (Таяу Шығыс, Еуропа).

Жақында өткен заманда еуропалық отаршылар жаулаған елдерінде ірі аудандарға бірдей дақылдарды отырғызған, одан зиянкестер санының шексіз көбеюіне әкелді.

XIX және XX ғасырларда дамыған мемлекеттерде ірі, тығыз орналасқан өндірістік аудандар пайда болды, ол жерлерде табиғи ортаның қатты бұзылуына әкелді. Осы бұзылулар қазіргі уақытқа дейін жалғасуда. Бұның мысалы, Қытайдағы «мәдени төңкерістер» кезеңіндегі торғайлар серпілісі.

Бұл тек тарихи және байқалған мысалдарының тек азғанасы. Бірақ, мыңжылдық кезеңінде адам дамуында әрдайым өзінің техникалық мүмкіндіктерін жоғарлатып және табиғатқа әсерін ұлғайтқаны түсінікті. Танымның бір саласы ғана **қараусыз болған** – бұл табиғаттағы өзара әсерлер туралы ғылым, экологиялық теңдестік туралы ғылым.

**1.3 Экология – тірі ағзалар әлеміндегі өзара байланыс туралы ғылым**

Тірі ағзаға көптеген факторлар әсер етеді. Бұл **жансыз** қоршаған ортаның ықпалы – *климат, топырақ және су теңдестігі* олар абиотикалық факторлар және **тірі ортаның** әсері – *өсімдіктер, жануарлар және адам* биотикалық факторлар деп аталады. Мысалы, климаттық фактордағы абиотикалық орта бұл – жарық, температура, ылғалдылық, жел және т.б., су теңдестігі факторында – атмосфералық жауын-шашындар, өзен ағындысы, булану, топырақтың су қасиеттері, грунт сулары және т.б.

Ағзалармен ортаның әртүрлі факторларының өзара байланысы мен өзара ықпалы туралы ғылым **экология** деп аталады, гректің «ойкос» сөзінен – «үй» деген мағынаны береді. Экология тірі ағзалардың бір-бірімен байланысын, олардың қоршаған ортамен қатынасын және сонымен қатар, әртүрлі факторлардың тірі ағзаларға әсерін зерттейді. Экология биология ғылымының қойнауында қалыптасты. Алғаш рет «экология» термині 1866 жылы неміс биологы Э. Геккелдің «Ағзалардың жалпы морфологиясы» еңбегінде қолданылды, бұнда «экология – бұл бір жағынан табиғат экономикасының танымы туралы, екінші жағынан – орта (органикалық және бейорганикалық) мен тірі ағзалардың арасындағы өзара байланысы және өзара әсері туралы ғылым».

Өткен жылдарда экология жаңа мәліметтермен байыды және барлық заманауи ғылымдар осы оқуға өз күш жетерлік үлестерін қосты. Бірақ, қоршаған ортаны биологиямен бірге зерттеген ең алғашқы ғылым география, оның өзінің зерттеу әдістері мен зерттеу нысаны бар – ортасында адам шоғырланған табиғат құраушылары. Сондықтан, қызықты жағдай туындайды, заманауи ғылымдардың әрқайсысы «экологияны» өзінің ғылымы деп санайды.

Бірақ, экологияның кең таралған **заманауи түсінігі** – **бұл табиғат пен қоғамның өзара қатынасы туралы ғылымдардың кешені**. Қазіргі уақытта адамның табиғатқа қол сұғудың ұтымды (тиімді) мүмкіндіктерінен оның экологиялық санасы айтарлықтай артта қалуда, жаратылысану-табиғи өзара байланыстардың бұзылуына әкеледі.

Бүгін табиғат пен адамға тигізетін салдарын анықтау үшін қоршаған ортаға қатысты барлық экономикалық және әлеуметтік шараларды тексеруге экология және оның жүйелік және кешенді әдістерін жұмылдыру керек.

Табиғатты қорғау бойынша жоспарланатын барлық іс-шаралары, мысалы, ауаның тазалығын сақтау, шумен күрес, суды тазалау, топырақтың тұздануы және т.б. жүзеге асырылмастан бұрын, осы іс-шаралар бір-біріне қалай әсер етеді, қандай салдары туындауы мүмкін екенін білу үшін толық қарастырылу керек.

**Экожүйе – бұл тірі ағзалар мен олардың қоршаған ортасынан (атмосфера, топырақ, су тоған және т.б.)** **құрылған бірегей табиғи кешен**, онда барлық тірі және бірлескен құраушылар бір-бірімен зат және энергия алмасумен байланысқан. Экожүйе түсінігі күрделі және мөлшері әртүрлі табиғи нысандарға қолданылады: мұхит немесе кіші тоған, тайга немесе қайыңды тоғай.

Экожүйе төрт негізгі элементтерден тұрады:

**1.** **Өлі (тірі емес)** (абиотикалық орта) – сулар, минералды заттар, газдар, өлі органикалық заттар, гумус;

**2.** **Процуденттер** немесе өндірушілер (тірі, абиотикалық орта) – бейорганикалық материалдардан органикалық заттар мен органикалық қосылыстарды түзеді, олар жануарлар мен адамдарға қорек болады, ал оттегі демалу (мысалы, жасыл өсімдіктер-фотосинтез) үшін пайдаланылады.

**3. Консументтер** немесе тұтынушылар. Тек өсімдіктермен қоректенетін ағзалар – 1-ші қатардағы консументтер, ал тек етпен қоректенетін жануарлар - 2-ші қатардағы консументтер.

4. **Редуценттер** немесе (деструкторлар) немесе шірулер. Ағзалардың бұл тобы өлі жәндіктердің (өсімдіктер мен жануарлар) қалдықтарымен қоректеніп, продуценттер үшін жарамды су, минералды заттар сияқты бастапқы өлі ортаны құрайды. Редуценттер – бұл құрттар, құрт-құмырсқаның дәрнәсілі, топырақ бактериялары, саңырауқұлақтар және т.б. микроағзалар.

Бұзылмаған экожүйелердің теңсіздікке ұмтылуы қалыпты жағдай. Теңсіздік жағдайы – бұл ортаның биотикалық және абиотикалық факторлардың өзара әсері. Мысалы, сутоғанның экожүйесі. Бұндай жағдайда сыртқы факторлар: судың келуі мен қайтуы, биотикалық орта үшін қоректік заттардың түсуі және күн энергиясы өзгермегенше теңсіздік сақталады.

**2 Су және оның қорлары**

**2.1 Заманауи су мәселелері**

Су – Жердегі ең көп тараған зат. Басқа табиғи ресурстардан судың айырмашылығы жақында өткен уақытқа дейін табиғаттың тегін сыйы деп саналды және тек соңғы жылдары ғана экономикалық ресурс дәрежесіне ие болды, суды пайдалануды ұзақ болашаққа жоспарлау керек. Су әрдайым тұрақты қозғалыста болады, оның мөлшері мен сапасы уақыт пен кеңістікте өзгереді. Басқа табиғи ресурстарға қарағанда Жердегі айналымы үдерісі кезінде су жыл сайын қайта жаңарады. Су мәселелері бар және ол жыл сайын күрделеніп және үлкен экономикалық, әлеуметтік және **экологиялық** маңызға ие болып келе жатыр. Қайтарымсыз су пайдалану мен табиғи сулардың қауіпті ластануы, кейде үлкен аумақтардың су теңдестігі мен экологиялық жағдайына айтарлықтай, кейде қайтымсыз өзгерістері туғызады. Сонымен қатар, суды сарқылу мен ластанудан қорғау, өнеркәсіп және ауыл шаруашылық өндірістеріне тұтынушыға соңғы өнімнің бағасын жоғарлату сияқты шамадан тыс ауыртпашылық түсіруде.

Қазіргі уақытта су мәселесі ұлттық шекарадан шығып және біртіндеп жаһандық сипатқа ие болуда. Суды ластану мен сарқылудан қорғау мақсатында ұтымды пайдалану шараларын дайындау үшін өз уақытында ЮНЕСКО бағыты бойынша кең көлемді Халықаралық гидрологиялық бағдарлама (өткен жүзжылдықтың 70-ші жылдары) ұйымдастырылды, онда әлемнің 100 аса мемлекеттерінің ғалымдары қатысты.

ХХ ғасырдың екінші жартысында су мәселесі шиелініскен АҚШ-та 7 заң шығарылып, арнайы бағдарлама дайындалды, оның жүзеге асуына 3 млрд. доллар жұмсалды. Бірақ, американдық ғалым Ральф Надер өзінің баяндамасында бұл бағдарлама «сәтсіздікке ұшырады» деп ескертті.

Сондықтан су мәселесін шешу бір ғана серіктестік емес. Ол ондаған жылдарға есептелген жоспарлар күштері мен зор қаражатты шығындарды пайдаланумен халықаралық ынтымақтастыққа негізделу керек.

Су ресурстарын бағалау үшін: **статикалық** немесе ғасырлық қорлар және **қалпына келетін** су ресурстары деген екі түсінік пайдалынады. Су ресурстарының осы екі ұғымын шатастыруға болмайды.

Құрлықтың тұщы суларының статикалық табиғи қорлары – бұл бір уақытта су нысандарында: өзендерде, көлдерде, мұздықтар, жерасты суларында шоғырланған сулар. Статикалық қорлар көлемнің бірлігімен өлшенеді, яғни, км3, өзгермейтін климаттық шарттарда оларды тұрақты деп санауға болады.

Қалпына келетін су ресурстарына Жердегі су айналымы яғни, құрлық пен мұхиттың арасындағы су алмасуы үдерісінде жыл сайын қайта қалпына келетін сулар жатады. Қалпына келетін су ресурстары уақыт бірлігіне қатысты көлемдік шамалармен өлшенеді: м3/с немесе км3/жыл. Мысалы, жер бетінен судың булануы 577 мың км3/жыл құрайды, оның ішінде Әлемдік мұхиттың бетінен 505 мың км3/жыл, ал материктер (құрлық) бетінен 72 мың км3/жыл. Мұхиттың бетіне түсетін атмосфералық жауын-шашын мөлшері 458 мың км3/жыл, ал құрлық бетіне 119 мың км3/жыл құрайды. Екі жағдайда да жер шарындағы судың жиынтық айналымы 577 мың км3/жыл бағаланады.

Қалпына келетін су ресурстары статикалық қорлардың динамикалық бөлігі және жыл сайын Әлемдік мұхитқа немесе ішкі тұйық су тоғандарға түсетін суларды құрайды.

Әлемдік мұхит бетінен жылдық булану (577 мың км3/жыл) мен Әлемдік мұхит бетіне түсетін жауын-шашынның (458 мың км3/жыл) айырмашылығы 119 мың км3/жыл құрайды және мұхиттан континенттерге тасымалданатын ылғалдың қайнар көзі, ол жыл сайын құрлықтың барлық сулары – өзендер, көлдер, мұздықтар, жерасты сулары және т.б. қоректендіреді.

Сонымен, мұхит жыл сайын өзен ағындысын қабылдап, ол ағындыны сандық және сапалық жағынан қалпына келтіреді.

Бірақ, қазіргі уақытта шаруашылық пайдалану үдерісінде өзен және көл суларының айтарлықтай үлесі қайтарымсыз жоғалады, біруақытта судың сапасы нашарлайды. Әсіресе, негізгі су тұтынушы суармалы егіншілікте судың қайтымсыз жоғалуы өте үлкен. Өнеркәсіп пен тұрмыстық-коммуналдық шаруашылықтар тұтынушылар ретінде су ресурстары сапасының нашарлауының басты себепшілері. Жыл сайын халық саны, өндірістер көлемі мен қайтымсыз су пайдаланудың ұлғаюы – аумақтардың тұщы сулармен қамтылуының онсыз да күрделі сипатын шиеліністіріп жатыр.

Тұщы судың тапшылығы үшінші мыңжылдықтың негізгі, маңызды мәселесі және Жер шарының бірқатар аймақтарында табиғи ортаның күрт нашарлауына, өзен және көл экожүйелерінің кеуіп кішіреуіне және халықтың сырқаттануының жоғарлауына әкелуді. Арал мен оның маңында аумақтардың қазіргі жағдайы соның мысалы.

Тұрғандар мен экономиканы сумен қамтамасыз етудің қиындығы су ресурсының тапшылығы бар мемлекеттерде қатты байқалады. Мұндай мемлекеттер қатарына аумағының үлкен бөлігі ылғал жеткіліксіз зонада орналасқан Қазақстан да жатады. Сонымен қатар, беттік және жерасты суларының аумақ бойынша үлестірімі өте бірқалыпсыз.

Сондықтан су ресурстарын ұтымды пайдалану мен қорғау мәселелерін бағалау мен шешу – гидроэколог, климатолог, географ және басқа да мамандар үшін маңызды бүгінгі міндеттердің бірі, олардың күші елдің сумен қамтамасыз етілуін жақсарту, су пайдаланудың экономикалық механизмі мен құқықтық реттеу негіздерін қайта жаңарту, мемлекеттер аралық су қатынастары, аймақтық қарым-қатынастарды тереңдету және су ресурстары саласында ұлттық қауіпсіздік стратегиясын даярлау бойынша ұсыныстарды дайындауға бағытталуы қажет.

Сонымен, жоғарыда айтылған деректердің негізінде келесідей қорытындылар шығаруға болады:

1. Су – маңызды табиғи стратегиялық ресурс және кез-келген экологиялық-әлеуметтік жүйенің ажырамас бөлігі;

2. Су ресурстарының тапшылығы көптеген субаймақтар мен елдерде қатты көрінеді және әлеуметтік-экономикалық шиеліністердің себептері болады;

3. Сумен қамтамасыз етілу мен су ресурстарының ластану мәселері бір мемлекеттің өзінің ұлттық мәселесі шектерінен шығады;

4. Судың трансшекаралық көздерін пайдалану кезінде туындайтын қарама-қайшылықтар аймақтық және ұлттық қауіпсіздігіне кері әсерін тигізеді.

**2.2 Жеке аумақтардың су ресурстары мен су қамтамасыздығы**

Су табиғи ресурс ретінде айтарлықтай ерекшеліктерге ие. Сондықтан қандай да бір аумақтың су ресурстары өлшемін есептеу мен сумен қамтамасыз ету өлшемін қабылдау бірінші қарағанда оңай емес.

Экономикалық және әлеуметтік даму жоспарларын дайындау кезінде қорлары ескерілетін табиғи ресурстардың (көмір, темір, мұнай және т.б.) басқа да түрлерінен су ресурстарының айырмашылығы – оның сандық және сапалық критерийлері қазіргі уақытқа дейін нақты жазылмаған.

Соңғы жылдары табиғи ресурстардың көптеген түрлерінің үдемелі сарқылуы туралы жиірек үреймен жазылуда. Таусылмайтын көрінген **тұщы сулардың** қорлары туралы алаңдаушылықпен айтылып жатыр. Суға өскелең мұқтаждықтарды қанағаттандыруға байланысты, күрделі сұрақтарды белгілеу үшін **су мәселесі** арнайы термині пайда болды. Басқа да табиғи ресурстардан судың айырмашылығы, ол Жердегі айналымы үдерісінде жыл сайын қайта жаңарады деп айтуға болар еді, бірақ, оның тек сапасы ғана жаңарады.

Осыған қарамастан, бугінді таңда су мәселесі ең өзектілердің бірі ғана болып отырған жоқ, күн өткен сайын күрделеніп, көбірек **экономикалық, әлеуметтік және экологиялық маңызға** ие болуда.

**«Су ресурстарын басқару»** терминінен біз тек қазіргі Су шаруашылық жүйелерді әкімшілік-шаруашылық басқаруды деп қана түсінбейміз, соынмен қатар, су сапасын бақылау және жаңа су шаруашылық жүйелері және жеке нысандарды құруға лицензия беру. Мұнда су ресурстарының қалыптастырушы факторларды ескеру және оларды шығындалу, осы үдерістер мен құбылыстардың өзгерістерін бақылау, су шаруашылығының жаңа имараттарын тұрғызу үшін материалдық қаражаттар мен қаржы жұмсалымдарын жоспарлау мен болжау қызметтері кіру қажет. Су ресурстарын басқару бұл табиғи орта жағдайын ғылыми-негізделген байқауды ескеру, осы табиғи ортаны қорғау құралдарының бірі.

Табиғи суларды қайтымсыз су пайдалану мен қауіпті ластануы көбірек үлкен аумақтардың су теңдестігі мен экологиялық жағдайына айтарлықтай, кейде қайтымсыз өзгерістер енгізуде. Сол себепті жоғарыда келтірілгендей, су ресурстарын пайдалануды экожүйелерді қорғау шараларын қолдану арқылы ұзақ болашаққа жоспарлау керек, ол әрине соңғы өнім бағасының жоғарлауына әкеледі.

Су мәселесімен тығыз байланысты жоғарыда аталған факторлар (экономикалық, әлеуметтік және экологиялық) Қазақстан үшін ХХ және ХХІ ғасырлардың аралығында маңызды мәселелерге айналды. Әсіресе, Арал және Балқаш ал соңғы уақытта Каспийдің мәселелері, өзендер мен көлдердің тұздар мен өнеркәсіптік қалдықтармен ластану, суармалы жерлердің тұздануы мен адамдардың ауыруы, елдімекендерді (ҚР аумағының орталық бөлігі) сумен жабдықтау мен сумен қамтамасыз ету және т.б. Соңғы уақытта оларға жаңа мәселе – трансшекаралық өзендер мәселесі. Сондықтан Қазақстан үшін заманауи **мемлекеттік** міндеттерді – республиканың **су тәуелсіздігі** және **су қауіпсіздігін** шешу аса маңызды.

Ірі гидролог ғалымдардың есептеулеріне сәйкес, гидросферадағы судың жалпы көлемі шамамен 1,39 млрд. км3, оның ішінде Әлемдік мұхит - 96,4 % немесе 34 млрд. км3, тұщы сулар 36,7 млн км3 немесе гидросфераның (мұздықтар - 25,8 млн км3; тұщы жерасты сулары – 10,5 млн км3; тұщы көлдер - 91 мың км3; су қоймалар 6 мың км3; атмосферадағы су - 13 мың км3; өзендердегі су – 2 мың км3; батпақтардағы су - 11 мың км3) жалпы көлемінен 2,65 % құрайды. Осыған тиісті, Жердегі жалпы су қорының негізгі мөлшерін (96,5 %) тұзды сулар құрайды, ал жер шары өлшеміндегі тұщы судың өте мардымсыз көлемі қазіргі таңда жыл сайын ушығып бара жатқан тұщы сулардың өткір мәселесін туындатады.

Қатты фазадағы – жоғары мұздықтарда сулар, негізінде тұщы сулар 68,7 % Антрактида шоғырланған. Солтүстік жартышарда тұщы сулардың үлкен қорлары 2,34 км3 немесе тұщы сулардың жалпы қорының 6,7 % Гренландияда шоғырланған, ол Жер шары барлық өзендердің жылдық ағынды көлемімен **55** есе немесе солтүстік жарты шардың өзендерінің жылдық ағындысынан **88** есе жоғары.

Өзен ағындысының шамамен 44,7 мың км3 құрлықта қалыптасады, оның 42,6 мың км3 мұхит құйылады. Сонымен, 2,1 мың км3 су құрлықта «жоғалады», оның ішінде 1,0 мың км3 ішкі және тұйық аудандарда, ал 1,1 мың км3 теңіз ойпаттарда (суармалау, фильтрация, сумен қамту және т.б.) буланып кетеді.

Заманауи көзқарастар бойынша суармалаумен қоса тұщы суға қажеттілік шамамен 35°-тан 50°-қа дейін солтүстік ендікте орналасқан аумақтар үшін ғана 3 м3-ден 4 м3-ге дейін жетуі мүмкін екенін айтып кеткен жөн.

Сондықтан, Европада ХХ ғасырдың 60-70 жылдары тұщы суды шикізат ретінде су таратқыштар бойынша экспорттау және сату мәселелері қарастырылғанына таңғалу болмайды.

Жеке аймақтардың сумен қамтамасыз етуліндегі аумақтық айырмашылықтардың үлкен болғаны соншалықты, қазіргі уақытта әсіресе, суға қатысты экономикалық және шикізат ресурсы ретінде, мемлекеттік қарым-қатынастардың мүлде жаңа аспектілері пайда болуда.

ХХІ ғасырдың басына қарай өзен ағындысымен меншікті қамтылу айтарлықтай төмендеді. Оның басты себептері: 1) халық санының өсуі; 2) климаттық факторлардың нәтижесінде ағындының біршама азаюы; 3) антропогендік ықпалдың көбеюі.

Көрнекілік үшін, ТМД елдерінің су ресурстары мөлшері (ХХ ғасырдың 80-ші жылдары) туралы 1 кестені қарастырайық.

Кесте 1. ТМД елдерінің су ресурстары (80 жылдары)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Республика | Ауданы, мың км2 | Жиынтық су ресурстары, км3/жыл | Су ресурстары,  мм /жыл |
| Ресей | 17075 | 4242 | 248 |
| Украина | 604 | 210 | 351 |
| Белоруссия | 208 | 59,2 | 285 |
| Өзбекістан | 448 | 104,6 | 233 |
| Қазақстан | 2717 | 113,0 | 41,7 |
| Қырғыстан | 198 | 49,1 | 248 |
| Тәжікістан | 143 | 86,5 | 604 |
| Түркместан | 488 | 68,0 | 139 |
| Молдавия | 33,7 | 11,4 | 339 |
| Латвия | 63,7 | 34,5 | 542 |
| Литва | 65,2 | 25,2 | 387 |
| Эстония | 45,1 | 16,7 | 372 |
| Грузия | 69,7 | 62,4 | 894 |
| Армения | 29,8 | 9,4 | 315 |
| Азербайджан | 86,6 | 30,3 | 350 |

С.Л. Вендровтың мәліметтері бойынша ХХ ғасырдың соңында Жердің бір тұрғынына шаққанда өзен ағындысының мөлшері 1970 жылы адам ие болған ағынды мөлшерінің 60 % аспайды (болжам), яғни 7,8 мың м3 (бұрынғы ССРО аумағы үшін бұл шама орта есеппен бір адамға шаққанда 13,9 мың м3) құрайды. Трансшекаралық өзендердің туындайтын мәселелерін ескере отырып, Қазақстан үшін жақын жылдары аталған көрсеткіш 3-4 мың м3 шектерінде немесе одан төмен болуы ықтимал.

**2.3 Статискалық және қалпына келетін су ресурстары**

Қазіргі уақытта су ресурстарын бағалау үшін екі түсінік қолданылады: 1) статискалық немесе ғасырлық қорлар; 2) қалпына келетін су ресурстары. Бұларды шатастыруға болмайды, себебі, олар табиғатта әртүрлі мәнге ие және сондықтан оларды пайданалуда әртүрлі әдістер қажет.

Тұщы сулардың статистикалық табиғи қорларына – су нысандары: өзендер, көлдер, мұздықтар, топырақ-грунттардың су сақтағыш қабаттарында біруақытта шоғырланған сулары жатады. Оларды көлеммен - м3 немесе км3 өлшейді.

Қалпына келетін су ресурстарына – Жердегі су айналымы үдерісінде жыл сайын қалпына келетін сулар жатады. Оларды м3/с, м3/тәу немесе км3/жыл өлшейді.

Жердегі судың айналымы туралы соңғы мәліметтерге сәйкес, жыл сайын шамамен 577 мың км3 су қатысады (кесте 2).

Кесте 2 – Жер шарының су теңдестігі (мың км3/жыл)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Теңдестік элементі | Мұхит | Құрлық | Қосындысы |
| Булану | 505 | 72 | 577 |
| Жауын-шашындар | 458 | 119 | 577 |

Мұхит бетінен булану мен түсетін жауын-шашындардың айырмашылығы жылына 47 км3 тең және құрлықтың барлық сулары – өзендер, көлдер, мұздықтар, жерасты суларын жыл сайын қоректендіреді. Осындан, мұхит, ірі буландырғыш ретінде құрлықты тұщы сумен қамтитын негізгі жабдықтауыш, яғни, өзен ағындысын сандық және сапалық жағынан қалпына келтіреді. Егер адамдар ақаба суларды өзендерге қашыртуды тоқтатса, онда біраз уақыттан кейін өзендердегі су біртіндеп таза болатын еді.

Егер, экономика саласының терминологиясын пайдаланатын болсақ, онда статикалық қорлар – бұл тұрақты капитал, ал қалпына келетін су ресурстары – негізгі капиталдан пайызы.

Яғни, қалпына келетін су ресурстары статикалық қорларының динамикалық бөлігі және құрлықтан Әлемдік мұхитқа немесе ішкі тұйық су тоғандарға жыл сайын келетін су.

Сондықтан, келешекше су ресурстарын тиімді пайдалану үшін антропогендік факторлар ықпал еткен өзендердің гидрологиялық режиміндегі өзгерістер және өзен суының ағындысы мен қалыптасу шарттарын түбегейлі қайта қалыптастыруы мүмкін су жинау алаптарында жоспарланған іс-шаралардың болашақтағы салдары туралы сенімді көзқарастар қажет. Осыған байланысты, гидрологиялық режим, су ресурстары және су теңдестігіне шаруашылық қызметтің ықпалын бағалау мәселесі, одан сайын өзекті болып, қазіргі уақытта заманауи гидрологиялық ғылымның назарында тұр.

**3 Өзен ағындысының жалпы антропогендік факторлары**

**3.1 Өзен алаптарындағы шаруашылық қызметті бағалаудың ғылыми әдістемелік әдістері**

Бастапқы мәліметтердің болуына, су жинау алабының физикалық-географиялық ерекшеліктеріне және шаруашылық қызметтің түрлеріне байланысты гидрологиялық режимге антропогендік факторлардың ықпалын сандық бағалау әдістері үш топқа біріктіріледі:

1) тірек гидротұстамаларда ағындының көпжылдық ауытқуларын метеорологиялық факторлардың өзгерістерін талдау мен алаптағы шаруашылық қызметтің дамуын жиынтығымен зерттеуге негізделген әдістер;

2) су алу мен су жіберуді, шаруашылық қызметтің әр типінің ықпалы нәтижесінде өзен алабаында су және жылу теңдестік элементтердің өзгерісін жеке есепке алатын су-теңдестік зерттеулер;

3) белсенді тәжірибелік әдістер.

**Әдістердің бірінші тобы** табиғи факторларға байланысты тірек гидротұстамаларда ағындының көпжылдық ауытқуларын зерттейді және шаруашылық қызметтің ықпал ету дәрежесін сандық бағалау жасайды. Бұл әдістер шаруашылық қызметтің барлық факторлар кешенінің гидрологиялық режимге ықпалын бағалап қана қоймай, сонымен қатар, тірек бекеттердегі өзен ағындысы өзгеруіндегі басты жеке факторлардың рөлін анықтауға мүмкіндік береді. Соңғылары мыналар: агротехникалық іс-шаралар, суармалы және құрғату мелиорациясы, арналық реттеу, су жинау алаптарында ормандарды кесу және аумақтардың урбандалуы. Бұларға келесі әдістер жатады: а) әртүрлі кезеңдер үшін ағынды сипаттамаларын салыстыру әдісі; ә) аналогтар әдісі; б) алаптағы табиғи ағынды қалыптастырушы факторлар арқылы ағындыны қалпына келтіру әдісі.

а) Әртүрлі кезеңдер үшін ағынды сипаттамаларын салыстыру әдісі. Қазіргі уақытта өзен ағындысына антропогендік факторлардың ықпалын бағалаудың бірнеше тәсілдері пайдаланылады.

- көпжылдық бақылау қатарынан алаптағы шаруашылық қызметтің айтарлықтай әртүрлі деңгейдегі кезеңдері таңдалады, содан кейін осы кезең бойынша тірек бекеттегі ағындының орташа шамалары метеорологиялық фактормен, жиірек жауын-шашындармен салыстырылады. Бұл өте қарапайым тәсіл, бірақ корреляция коэффициенті R мен Qжыл = f(Х) тәуелділігі 0,8 ÷ 0,95 тең жеткілікті және шамадан тыс ылғалды зоналар үшін жақсы нәтижелер береді. Тұрақсыз және жеткіліксіз ылғалды аудандар үшін бұл байланысы өте нашар R = 0,25 ÷ 0,5 және бұл әдісті қолдануға болмайды, яғни, орынсыз.

- ағындыға ықпал ететін факторлардың (табиғи және антропогендік) көбін есептеу математикалық әдістерді пайдалану жолымен жүргізіледі. Мысалы, сызықтық жиынтық корреляция әдісі – тәжірибелік мәліметтер арқылы гидрологиялық сипаттамалардың өзгеруінің көпсалалы математикалық үлгісін дайындауға мүмкіндік береді.

ә) Аналогтар әдісі. Аналог өзендер немесе ағынды режимі бұзылмаған тексеруші су жинау алаптары арқылы шаруашылық қызмет орын алатын зерттелетін өзендегі табиғи гидрологиялық режим қалпына келтіріледі. Қатарды қалпына келтіру үшін жұп корреляция қолданылады немесе абсолюттік мөлшердегі немесе модулдік коэффициенттердегі ағынды шамаларының интегралдық байланыс қисықтары тұрғызылады. Ол үшін міндетті түрде салыстырылатын өзендердің су режимі табиғи болатын ортақ бақылау кезеңдердің болуы шарт. Бірақ, антропогендік фактор ықпалы бар аймақтарда (оңтүстік аймақтар) аналог өзенді таңдаудың қиындығы, өзен ағындысына шаруашылық қызметтің ықпалын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік бермейді.

б) Алаптағы табиғи ағынды қадыптастырушы факторлар арқылы ағындыны қалпына келтіру әдісі. Су жинау алабында екі зонаны бөледі: гидрологиялық режимі табиғи – ағынды қалыптасушы зона; тірек бекетте ағындыны пайдалану зонасы. Содан кейін, осы зоналар үшін ағындының байланыс қисықтарын тұрғызу жолымен әртүрлі кезеңдер (шаруашылық қызметтің этаптары) үшін ағынды шамалары салыстырылып, антропогендік фактордың ықпалы анықталады. Осы әдістер Орталық Азия, Қазақстан және Кавказдың суармалы егіншілігі дамыған өзен алаптары үшін пайдаланылған.

**Әдістердің екінші тобы** – шаруашылық қызметтің (урбандалу, жерлерді суару және құрғату, аумақтарды айдау, су қоймаларды тұрғызу және т.б.) әсерінен өзен алаптарында өтетін су, жылу және тұз теңдестік элементтерінің өзгерісін зерттеуге негізделген. Қазіргі уақытта жоғырыда айтылған антропогендік факторлар бойынша шаруашылық қызметтің өзен ағындысына ықпалын бағалау әдістер дайындалған. Жалпы түрде олар «Су теңдестік зерттеулер» курсында қарастырылған.

Теңдестікті әдістер - толық тәжірибелік зерттеу мәліметтері бар болса, антропогендік факторлардың әсерінен туындайтын үдерістердің физикалық табиғатын ашуға, факторлардың әр қайсысының жеке маңызы мен рөлін бағалауға, гидрологиялық режимнің өзгерісін есептеуге және келешекке болжам жасауға мүмкіндік береді.

Теңдестікті әдістердің негізінде су жинау алабында өтетін үдерістерді математикалық үлгілеуді дайындауға және пайдалануға болады. Ол үшін келесі кезеңдер орындалу шарт:

- үдерістерді табиғат аясында егжей-тегжейлі зерттеу, бастапқы мәліметтердің қорын құру;

- су теңдестік элементтерінің кеңістік пен уақыт бойынша өзгеруін сипаттайтын теңдеулерді құрастыру;

- осы теңдеулер мен табиғат аясындағы мәліметтер бойынша жеке параметрлерді ЭЕМ-да жүзеге асыру;

- сандық тәжірибе, яғни әртүрлі бастапқы және соңғы шарттар бойынша метеорологиялық және антропогендік факторлардың ықпалын бағалау үшін дайындалған сұлба бойынша ЭЕМ-да есептеулер жүргізу.

**Әдістердің үшінші тобы** – белсенді тәжірибе әдістер келесілерге негізделген. Ұзақ және сенімді гидрологиялық және метеорологиялық сипаттамалардың бақылау қатарлары бар су жинау алабында гидрологиялық режим мен су-теңдестігіне әсерін анықтау мақсатында төселме беттің бір факторына (орманды отырғызу немесе кесу, агротехниканың өзгеруі және т.б.) жасанды өзгертулер жүргізеді. Содан кейін, бірқатар жылдар аралығында су теңдестік элементтеріне бақылау жүргізеді. Тәжірибе жұмысына дейін және тәжірибеден кейін су теңдестік элементтерінің айырмашылығы бойынша осы фактордың ықпалын анықтайды.

Белсенді тәжірибе әдісі өзен ағындсының өзгеруіне төселме бет факторларының рөлін анықтауда жеткілікті тиімді. Бірақ, бұл әдіс қымбат, уақыт бойынша ұзақ және кіші су жинау алаптары үшін ғана қолданылуы мүмкін, зерттеу нәтижелері орта және ірі өзендер үшін репрезентативті болмайды. Дегенмен, біруақытта аудандар мен жер пайдалануда түпкілікті өзгерістер болған үлкен алаңдарда жүргізуге болады. Мысалы, Солтүстік Қазақстанда тың және тыңайған жерлерді игеру (жер жырту, су қоймалар мен тоғандарды тұрғызу).

Ғылыми әдебиеттерге сәйкес, қорытындылай келе, келесілерді бөлуге болады:

1) Жалпы су режиміне шаруашылық қызметтің ықпалын бағалау мәселесінің зерттелгендігі, барлық өзгерістерді сенімді болжауға жеткіліксіз. Өзен ағындысына антропогендік фактордың ықпалы жөніндегі қорытындылар жиірек әртүрлі авторларда бір-біріне өте қарама-қайшы келеді;

2) әдістемелік әдіс-тәсілдердің әртүрлі болуына қарамастан, олардың көбі тиімсіз, қажетті дәрежеде жеткіліксіз және анық нәтижелер бермейді;

3) Зерттеулер ең мекенделген аймақтарда, көпжылдық бақылау мәліметтерімен, өзендердегі сулылығы әртүрлі жылдар мен су сапасының өзгерістері ескеріліп, жүргізілу керек. Осындай бағалаудың нәтижелері су ресурстарының сандық және сапалық сарқылуын жоюға бағытталған су шаруашылық іс-шаралардың жоспарлаудың негізі;

4) Аумақ бойынша өзен ағындысының өте бірқалыпсыз таралуы мен өндірістік параметрлердің (Қазақстанға тән және маңызды жергілікті халық, өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы) орналасуы осыған сәйкес келмеуіне байланысты, су ресурстарын **аумақтық қайта үлестіру** бүгін мен келекшектің қажетті шындығына айналуда;

5) Су ресурстарын ұтымды реттеу мен басқару мәселелері су ресурстарына адамның ықпалы жөніндегі зерттеулердің қисынды жалғасы.

Барлық осы мәселелердің шешімін табу гидрологтар мен гидрология ғылымының басты міндеті. Әсіресе, бұл жоғарыда айтылғандай су ресурстар мәселесі өте шиелініскен, Қазақстан үшін өте маңызды.

**3.2 Шаруашылық әрекеттің антропогендік факторларының барлық кешенін бағалау**

Гидрологиялық үдерістерге әсер етуші шаруашылық қызметтің барлық факторлардың әсер ету сипатына қарай шартты түрде екі үлкен топқа топтастырылады:

1) арналық реттеу мен шаруашылық қажеттіліктерге (су қоймаларды салу және пайдалану, ағындыны ірі су алу және қашырту, су жөнелту және т.б. ) арналық желіден суды тікелей алумен түсіндірілетін факторлар;

2) өзендерден су алуға байланысты емес, бірақ өзен алаптарының төселме беттерін қайта қалпына келтіру нәтижесінде (агротехникалық және орманды мелиорациялық шаралар, батпақты жерлерді құрғату, урбандалу және т.б.) ағындының қалыптасу шарттарын және су теңдестігінің басқа да элементтерін өзгертетін факторлар.

Ірі су жинау алаптарында екі топқа да қатысты, бір-бірімен күрделі өзара әрекетте болатын, әдетте, факторлардың көп саны біруақытта ықпал етеді. Дегенмен, аудандардың физикалық-географиялық шарттары мен шаруашылық игерілу ерекшеліктеріне байланысты, басты антропогендік және сонымен қатар, бағыныңқы мәнге ие қосымша факторларды белгілеуге болады. Мысалы, Сырдария, Кура, Терек және т.б. өзен алаптарында басты фактор суармалау, ал бағыныңқы фактор –ағындыны су қоймалармен реттеу, құрғату мелиорациясы, агротехника мен топырақты өңдеу, ылғал сүйгіш жабайы өсімдіктерді жою, елді мекендерді урбандау, өнеркәсіп және тұрмыстық қажеттіліктерге су тұтынуды жоғарлату арқылы суармалау шарттарын жақсарту.

Бұл әдістер ең алдымен табиғи және бұзылған режимдер кезеңдерін белгілеуге болатын, көпжылдық кезең үшін желілі гидрометеорологиялық бақылаулар мәліметтерін пайдалануға негізделген. Негізгі идея – гидрологиялық режимнің табиғи сипаттамаларын қалпына келтіру, содан кейін оларды бақыланған (тұрмыстық) сипаттамалармен салыстыру арқылы, жеке құраушыларға бөлмей, антропогендік факторлардың барлық кешенінің ықпалын сандық бағалау жүргізу.

**3.2.1 Таулы өзендердің су жинау алаптары**

Бұндай алаптарға ағындысы тауда қалыптасатын, ал оны жазықтар мен ойпаттарда пайдаланатын Орталық Азия, Қазақстан және Кавказдың өзен алаптары жатады. Әдетте, маусымдық және жылдық ағындының шамалары метеорологиялық факторлармен анықталатын және табиғи келетін ағындының **қалыптасу зонасын** және сонымен қатар, су ресурстарын нәтижесіз булану мен шаруашылық қажеттіліктерге шығындалу жүретін ағындыны **пайдалану зонасын** сенімді белгілеуге болады.

Тірек тұстамадағы ағынды өзгерісін интегралды бағалау төмендегідей жүргізіледі:

1) әртүрлі кезеңдер үшін ағындыны **пайдалану зонасының** су теңдестігі әдісі;

2) көпжылдық кезең үшін ағындының негізгі анықтауыш факторлармен тәуелділігін талдау әдісі.

**Бірінші жағдайда** ағындыны пайдалану зонасы, шаруашалық қызметтің әртүрлі деңгейлі кезеңдері белгіленеді, зонаның су теңдестік теңдеуі құрастырылады, осы бойынша ағындының табиғи булану мен антропогендік факторлар есебінен қайтымсыз су тұтыну шығыны анықталады. Орташа көпжылдық кезең үшін ағындының су теңдестік теңдеуі жалпы жағдайда келесі түрге ие болады:

*ΣУпр + Х – ΣУст = Е*; *Е = Енепр. + Ихоз* , (1)

мұндағы, *ΣУжіб*және*ΣУ*қаш сәйкесінше, пайдалану зонасына жіберілетін және қашырылатын ағындының жиынтық көлемдері; *Х* – пайдалану зонасындағы жауын-шашындар көлемі, Е – табиғи (нәтижесіз) булану *Енәт* мен шаруашылық қажеттіліктерге *Ишар* шығындалатын ағынды көлемі.

**Екінші жағдайда** тірек бекеттегі ағындының өзгеруін бағалау көпжылдық кезең үшін табиғи ағынды қалыптастырушы факторлар мен шаруашылық қызметке қатысты ағындының ауытқуын талдау жолымен жасалады:

*Ур = f* (*Σ Q, X, D*); *Уб* (*Σ Q, X, D, Ихоз* ), (2)

мұндағы, *Уе*  және *Уқ*  жылдық және вегетациялық кезеңдер үшін пайдалану зонасындағы тірек бекеттегі есептік және қалпына келтірілген ағынды, *ΣQ –* қалыптасу зонасынан ағындының келуі, *X* және *D* – сәйкесінше, пайдалану зонасындағы жауын-шашын мен ауа ылғалдылығының тапшылығы (ауа температурасын да қолдануға болады) *Ишар* – сандық жағынан ағындының шаруашылық қажеттіліктер шығынына тең, кешенді антропогендік фактор.

Осыдан, гидрологиялық режимі бұзылған кезең үшін антропогендік факторлар кешенінің ағындыға ықпалын сандық бағалау есептік У*е* және У*т* тұрмыстық (бақыланған) ағындының арасындағы айырмашылық бойынша анықталады:

*ΔУ = Уе  – Ут*(3)

**3.2.2 Жазық аумақтардың өзен жүйелері (ірі өзендері)**

Жазықты аумақтардың антропогендік факторларының ықпалын бағалау алғаш рет Еділ және Днепр өзендерінің алаптарында жасалынды. Бұл өзендердің су ресурстарының өзгерісін бағалауда, олардың ағындысы негізінен қайтымсыз шығындар алаптың тек орманды-дала және дала бөлігінде, беттік сулардың гидрологиялық режиміне антропогендік факторлар айтарлықтай ықпал етпейтін, ылғалды орман зонасында қалыптасатын жағдайы негізге алынған. Сонымен қатар, бұл өзендерде шаруашылық қызметтің әртүрлі деңгейлі кезеңдерін қамтитын, ұзақ (90 жылға дейін) бақылау қатарлары бар.

Жалпы, ірі өзендердің тірек тұстамаларындығы жылдық немесе маусымдық ағындының өзгерісін бағалау келесі тәуелділік бойынша жүргізіледі:

*Уе = (У1, У2, … Уп. Хорт tорт )*, (4)

мұндағы, *Ур* – тірек тұстамадағы есептік жылдық немесе маусымдық ағынды, *У1, У2, Уп,* режимі табиғи орманды зонаның индикаторлары – өзендер ағындысы, *Хорт* және *tорт* – ағындыны пайдалану зонасында орналасқан, метеостанциялар бойынша орташа жауын-шашын мөлшері мен орташа ауа температурасы.

Содан кейін, антропогендік факторлардың барлық кешенінің ықпалы нәтижесінде ағынды өзгергуінің соңғы шамасы (3) теңдеу бойынша анықталады.

**3.2.3 Орташа өзендердің жазықтық су жинау алаптары**

Су ресурстары алаптың барлық аумағында қалыптасатын және пайдалынатын бұл өзендер тобы үшін ағынды өзгерісіне шаруашылық қызметтің ықпалын бағалау өте қиын. Мұндай жағдайда, тірек тұстамадағы ағындыны қалпына келтіру, оны режимі табиғи және алаптағы шаруашылық қызметтен тәуелсіз метеорологиялық факторларға тәуелділігі бойынша жүргізіледі.

Ылғалдылығы жоғары зонада тірек тұстамадағы ағындыны қалпына келтіру жылдық ағынды мен жауын-шашын мөлшерінің байланысы бойынша сенімді анықталады, корреляция коэффициенті R = 0,8 ÷ 0,95 тең.

Орманды-дала және дала зона үшін жылдық немесе көктемгі ағындының қандай да бір метеорологиялық фактормен байланысы, әдетте, өте нашар, корреляция коэффициенті 0,5 аспайды. Сондықтан, тірек тұстамалардағы ағындыны қалпына келтіру күрделі көп факторлы тәуелділіктерді пайдалану жолымен жасалады. Сонымен қатар, жылдық және көктемгі ағындының табиғи өзгергіштігі есептеулерге үлкен ерекшеліктер береді.

В.З. Родионовтың зерттеулері Ресей мен Солтүстік Қазақстанның орманды-дала және дала зонасының орташа жазықты су жинау алаптарының көктемгі ағындысын метеорологиялық факторлар бойынша қалпына келтіру ең жақсы нәтижелерді келесі теңдеу беретін көрсетті.

*Укөк. = f* (*S, Xкүз, D, tорт* ), (5)

мұндағы, *Укөк*. – көктемгі ағындының көлемі; *S* – көктемгі дейінгі кезеңде алаптағы ең жоғары қар қорлары; *Xкүз* – күзгі кезеңде (алдыңғы жылдың қазан – қараша айлары) су жинау алабының ылғалдылық сипаттамасы; *D* – алаптағы алдыңғы жылдың маусым – қыркүйек айларындағы ауа ылғалдылығының тапшылығының орташа шамасы; *tорт* – қар еру кезеңі үшін ауаның орташа температурасы.

(5) тәуелділіктің оң бөлігіндегі сипаттамалардың жазылу тәртібі жалпы көктемгі ағындыны қалыптастырудағы үлесіне сәйкес келеді және бірінші құраушы – ең жоғары қар қорлары ең үлкен маңызға ие. Көптеген жағдайда тек бірінші – *S*, *Xкүз* және *D* үш шамамен шектелуге болады. Қысқы жылымықтары жиі болатын аудандар үшін қысқы кезеңдегі ауа температурасы көрсеткіші қосымша қосу керек.

Табиғи көпжылдық кезеңдер үшін (5) теңдеу әдетте, жақсы нәтижелер R ≥ 0,80 береді. Бұл оларды тірек тұстамасы бойынша жекелеген кезеңдер үшін ағындының орташа шамасын қалпына келтіруге тиімді қолдануға және (3) теңдеу бойынша қалпына келтірілген (есептік *Уе*) және бақыланған (тұрмыстық *Ут*) ағындының арасындағы айырмашылық бойынша алаптағы шаруашылық қызметтің жиынтық ықпалын ΔУ анықтауға мүмкіндік береді.

Өзгеріске ұшыраған көктемгі ағындының есептік шамалары бойынша өзгерген жылдық ағынды шамасын (корреляция коэффициенті R = 0,90 ÷ 0,98) бағалауға болады:

*Ужыл* = *f* (*Укөк*). (6)

Баяндалған мысал едәуір көп еңбекті талап етеді және көптеген есептеулерге қарамастан, әр жылға гидрологиялық және метеорологиялық көп мәліметтер көлемі қажет. Гидрометеорологиялық факторлар әртүрлі үйлесімде болатын, жеткіліксіз ылғалды аудандар үшін ең үлкен қиындықтар туындайды.

Мұндай жағдайда, көпжылдық гидрометеорологиялық бақылау қатарлары бар, орманды-дала немесе дала зонасы үшін екі (табиғи және бұзылған) кезеңге бөледі, әр кезең үшін ағындының орташа шамалары және негізгі метеорологиялық факторлары келесі түрде есептелінеді:

*I кезең: Утабиғи, S1, Хкүз.1, D1* *II кезең: Утабиғи, S2, Хкүз.2, D2*

Ағынды мен анықтаушы факторлармен (*S* және *Х* үшінтура пропорционал және *D* үшін кері пропорционал) сызықтық тәуелділігі бар болса, ағындының өзгеру шамасы *ΔУ*екінші кезеңде келесі теңдеу бойынша есептелінуі мүмкін:

Δ*У = Уе – Уқ = Утаб*(Δ*S***·** + Δ*Xкүз* **·** + Δ*D***·**) *– Уқ*, (7)

мұндағы, *ΔS*, Δ*Xкүз*,*ΔD* – сәйкесінше, (5) түріндегі ағындының жиынтық регрессиясын басқаруда метеорологиялық факторлардың қосатын үлесі.

Есептеулер физикалық-географиялық шарттары мен алаптың ерекшеліктеріне байланысты үлестердің шамасы кең шектерде өзгеретінін көрсетті және аудандастыру келесідей жасалады:

- Дон өзені алабы: *ΔS*= 0,70; *ΔXкүз*= 0,20; *ΔD* = 0,10;

- Еділдің оң жағалауы орманды-дала зонасының өзендері: *ΔS*= 0,50; *ΔXкүз*= 0,25; *ΔD* = 0,25;

- Жайық, Еділдің арғы беті және Солтүстік Қазақстанның жазықты аудандарының өзендері: *ΔS*= 0,60; *ΔXкүз*= 0,15; *ΔD* = 0,25.

И.А. Кузниктің Кіші Өзен өзені үшін, шартты табиғи режим (1904 – 1950 жж.) және бұзылған кезең (1951 – 1972 жж.) үшін жүргізген есептеулері шаруашылық қызметтің ықпалынан ағынды 22 % азайғанын көрсетеді. Қазіргі таңда, ағынды одан да азайған деп тұжырымдауға болады.

Ағынды өзгерісін бағалаудың осы әдісін әрі қарай жеңілдету үшін И.А. Кузник – ең жоғары қар қорлары және жазғы кезең үшін ауа ылғалдылығының тапшылығы сияқты өте қиын анықталатын факторларды, қысқы және жазғы жауын-шашындар жиынтығымен ауыстыруды ұсынды. Сонымен қатар, ол Кіші Өзен өзені үшін жылдық ағынды мен қысқы кезеңдегі жауын-шашындар және жаз-күз кезеңдерінде өзен алабының ылғалдылығы арасындағы сенімді байланысты (R=0,94) орнатты:

*Ужыл = f* (*Хқыс, Хкүз*), (8)

**4 ЖЕКЕ АНТРОГЕН ТҮРІНІҢ ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ**

**4.1 Өзендерді арналық реттеу**

Су қоймалардың тұрғызу нәтижесінде алаптағы жиынтық буланудың өзгеруі (И) есебінен сонымен қатар, су қойманың қазаншұңқырын толтыру және жерасты суларының қорын жоғарлату (W) нәтижесінде өзеннің тірек тұстамасында ағынды көлемінің өзгеруі (Δ*У*) жүреді,

*ΔУ = И + W*, (9)

*И* шамасы су қойманың бар уақытындағы тұрақты әрекетті фактор, ал *W* – су қойманы толтыру уақытынан басталғаннан жерасты суларының тұрақталған режиміне дейінгі уақытша шығындар. Сонымен қоса, ірі жазықты су қоймалар үшін мұндай кезеңнің ұзақтығы өте үлкен 7 – 15 жыл. Әдетте, ылғал жеткіліксіз зонада тұрғызылған су қоймаларда *И* және *W* шамалары ең жоғары болады: бірінші – құрлықпен салыстырғанда су бетінен буланудың үлкен айырмашылығы есебінен, ал екінші – су қойма тұрғызылған ауданда табиғи жағжайда грунт суларының тереңде орналасуы есебінен.

Әрқайсысын жеке қарастырайық.

1) Алаптағы булану есебінен нәтижесіндегі су шығынның көлемі үш құраушыдан тұрады:

*И = Исб + Исдк + Итж*, (10)

мұндағы, *Исб* – су қоймамен су басқан ауданның шығын көлемі; И*сдк* – су деңгейінің көтерілу ауданының шығын көлемі; И*тж*– су қойманың төменгі жағалауындағы су басудың өзгеруі нәтижесіндегі шығын көлемі.

Су басқан аумақтың ауданы *Fсб* және осы аумақтан буланатын қосымша қабат *Есб* арқылы анықталатын *Исб* (км3) (10) теңдеудің басты құраушысы:

*Исб =Есб* ·*Fсб* ·*10 – 6*. (11)

*Есб* шамасы су қойма салынған дейінгі және кейінгі су теңдестігі теңдеуінің айырмашылығы бойынша есептеледі:

*Есб = Ес – Х + Уа*, (12)

мұндағы, *Ес* – су қойманың айдынынан булану; Х – су айдынына түскен жауын-шашындар; *Уа* – су қоймамен толған аңғар ауданынан келетін ағынды.

*Fсб* шамасы келесі теңдеумен шығарылады:

*Fсб = Fс – F ө*, (13)

мұндағы, *Fс* – су қойма айдынының ауданы; *Fө*– су қойма тұрғылмағанға дейінгі өзен су айдынының ауданы.

Су деңгейінің көтерілу ауданының шығыны Исдк (км3) су қойма салынған дейінгі және кейінгі буланумен *ΔЕ*сдк грунт сулары деңгейінің көтерілуі нәтижесінде құрлықтың су басқан ауданынан *Fсб* буланудың айырмашылықтары бойынша анықталады:

*И*сдк*= ΔЕ*сдк· *Fсб* ·*10 – 6*, (14)

Сонымен қоса, *ΔЕ*сдк су қойма тұрғызылғанға дейінгі және кейінгі кезеңде грунт суларының булану айырмашылықтары бойынша анықталады, оның әр шамасы келесі теңдеумен есептелінеді:

ЕГР = (Е0 – Х)*а****·*** *е* – *в*·Н*гр*, (15)

мұндағы, *Е0* – Л.И. Зубрёнок графиктері бойынша анықталатын буланушылық, Х – жауын-шашындар; *а* – топырақтың жоғарғы қабатында температуралық градиенттің ықпалын ескеретін параметр; в – топырақтың қасиеттеріне тәуелді параметр, *Нгр* – грунт суларының жату тереңдігі мен өсімдіктердің тамыр жүйесінің ең үлкен тереңдігі арасындағы айырмашылық.

И.А. Шиколоманов сәйкес, топырақ грунттары бойынша мәліметтер болмаған жағдайда, *а* және *в* параметрлерінің шамалары жуықтап сәйкесінше 1,0 және 0,5 тең деп қабылдауға болады. Метеорологиялық мәліметтер су деңгейі көтерілген ауданда немесе оған жақын маңдағы орналасқан метеостанциялар бойынша алынады.

Су деңгейі көтерілген аумақтардың ауданы *Fсдк* жобалық ақпараттар немесе жату тереңдегі 1-2 м грунт сулары бар жағалаулық зоналарды арнайы зерттеу мәліметтері бойынша анықталады. Арнайы зерттеулердің мәліметтері көрсеткендей, жазықты су қоймалармен су деңгейі көтерілген аумақтың ауданы, су айдын ауданынан 5-7 % аспайды, яғни су деңгейі көтерілген аумақтардан ағынды шығынының шамасы *И*сдк су басқан зонаның шығынымен *И*сб салыстырғанда үлкен емес.

Су деңгейі көтерілген аумақтардың ауданы, шығын шамасы *И*сдк туралы мәліметтер болмаған жағдайда, оларды *И*сб қатысты жуықтап 4-10 % тең қабылданады. Таулы өзендер үшін *И*сдк = 0 тең болады.

Жайылма мен атыраудың су басқан ауданы мен режимінің өзгеруіне байланысты, кейбір өзен алаптары үшін су қоймалардың булануға әсері төмен орналасқан учаскелерде де көрініс табады (Еділ, Жайық, Кубан, Терек, Сырдария, Амудария, Іле және т.б.). *Итж* шамасы су басудың өзгерістеріне Δ(Т*сб*) пропорционалды, ол су басқан аудандардың азаюы есебінен, ең жоғары өтімдер мен су тасу көлемінің төмендеуі нәтижесінде ең үлкен аудандар мен су басу ауданының өзгеруін сипаттайды. Сондықтан, шығын көлемі *Итж* әдетте, «минус» таңбасымен шығарылады, яғни, алаптағы ағындыны реттеу өзен атырауындағы жайылманың төмен орналасқан аудандарында булануға кететін шығынның азаюына әкеледі.

И.А. Шикломанов *Итж* абсолюттік шамасы бойынша *И*сб айтарлықтай үлесін құрауға болады және жеке жағдайларда одан асып түсуі мүмкін деп пайымдайды.

2) Су қоймаларды тұрғызу кезінде су қойманың қазаншұңқырында судың аккумуляциясы *WАК* және жерасты сулары қорларын толықтыру *Wжт* есебінен тірек тұстамадағы ағынды азаяды:

*W = WАК + Wжт* , (16)

Осыдан, *W* кететін шығындар жалпы қайтымсыз шығындар емес, ол ресурстың бір түрінен екінші түріне қайта үлестірілген және ауысқан, тірек тұстамада ағындының уақытша шығындалуы, яғни, жиынтық су ресурстары *W* нәтижесінде азаймайды.

*WАК* шамасын жобалық мәліметтер немесе су қоймалардың су теңдестігі бойынша анықтау қиынға түспейді.

Су қойманы толтыру кезеңінде, су теңдестік мәліметтер болмаған жағдайда *WАК* шамасы теңдеу бойынша анықталады:

*WАК = Кт ·Wжалпы* (17)

мұндағы, *Кт* – қарастырылып отырған кезеңге су қойманы толтыру дәрежесінің коэффициенті; *Wжалпы* – төменгі пайдалы деңгейдегі су қойманың жалпы көлемі.

*Wсқ* шамасы су қойма түбінің аэрация зонасының қанығуына шығындалатын су *Wаз* және жағалауға келетін су көлемі *Wжк* есебінен жиналады, яғни, *Wсқ = Wаз + Wжк*. Сонымен бірге, *Wаз* (км3) теңдеу бойынша анықталады:

*Wаз = Fсдк ∙Нт ∙μЛ ∙10 – 3*,(18)

мұндағы, *Нт* –салынғанға дейінгі су қойма түбінің аэрация зонасының орташа қуаты; *Fсдк* – су басқан аумақтың ауданы; *μЛ* – грунтқа қанығудың жетіспеуі (суды қайтару коэффициенті).

Әр су қойма үшін *Нт* шамасы гидрологиялық карталар бойынша анықталады, ал аэрация зонасы грунтының сипатына байланысты *μЛ* параметрі қабылданады.

Су қоймаға іргелес аудандардағы жерасты суларының жасанды қорларын қалыптастыратын су көлемін *Wжқ* анықтау әлдеқайда қиын. Әртүрлі су қоймалар үшін жерасты сулары қорларын толықтыру көптеген жылдар ішінде жүруі мүмкін, оны өзен ағындысына су қойманың әсерін бағалау кезінде ескерілу керек. Мысалы, БРГИГҒЗИ (Бүкіл Ресейлік гидрогеология және инженерлік геологияның ғылыми-зерттеу институты) мәліметтері бойынша Куйбышев су қоймасы аумағында грунт суларының көтерілуі 1955 жылдан 1964 жылдар аралығында жүрген, яғни, 10 жылдың ішінде және ені 20 м ауданға таралған. Сонымен бірге, толық гидрогеологиялық мәліметтер бар болғанда *Wжқ* шамасы жерасты суларының табиғи (су қойма салынғанға дейінгі) және жасанды (салынғаннан кейінгі) қорларын есептеуге мүмкіндік беретін БРГИГҒЗИ нұсқаулары бойынша анықталады.

Талдаудар *Wжқ* көлемі негізінен су қоймадағы су тіреуішке, оның ұзындығы мен көлеміне, сонымен қатар, жерасты суларының жату тереңдігі мен ірлегес жерлердегі грунттардың сипатына байланысты екенін көрсетті.

И.А. Шикломанов ірі жазықтық су қоймалар үшін *Wжқ* шамасын жуықтап келесі теңдеу бойынша бағалауға болады деп ұсынды:

*Wжқ ≈ 0,5* · *Кт* · *Wжалпы* · *μ Б* · *НБ 0,6*, (19)

мұндағы, *Кт* – су қойманы толтыру коэффициенті; *Wжалпы* – су қойманың жалпы көлемі, (км3); *μБ* – іргелес аумақтарға топырақтың су қайтару коэффициенті; *НБ* – суқойма салынғанға дейінгі оған іргелес аумақтардағы грунт суларының орташа жату тереңдігі.

**4.2 Өзен алаптарындағы жерлерді суармалау және қайтарымды сулар**

Су жинау алабының түрлі бөліктерінде орналасқан, суармалы жерлердің су теңдестігінің барлық элементтері бойынша тәжірибелік мәліметтер болған жағдайда, суарудың дамуына дейінгі және кейінгі су жинау алабы учаскесінің су теңдестігі теңдеуінің айырмашылығына негізделген суармалау шараларының ағындығына ықпалын бағалаудың толық сұлбасы қолданылады. Мұндай сұлба суармалауға толық және қайтымсыз су тұтынуды, қайтымды суларды, аэрация зонасында су қорларының өзгерісін есептеуге және тиімсіз булануды төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл тірек тұстамадағы ағынды өзгерісін бағалау және сонымен қоса, суармалау жүйелерін тиімді пайдаланудың шараларын белгілеуге және келешекте су ресурстарын ұтымды пайдалануды жоспарлауға мүмкіндік береді.

Осы бағытта ірі зерттеулер Сырдария, Шу, Талас, Кубан, Іле және т.б. өзен алаптарының суармалы алқаптарында С.И. Харченконың жетекшілігімен бұрынғы жүзжылдықтың 60-80 жылдары МГИ жасалған.

Ерте уақыттан қазіргі күнге дейін суармалы егіншілік дамыған Орталық Азия мен Кавказдың ірі алаптарының үлкен тобы үшін шаруашылық қызметтің басты түрі, суармалаудың ықпалын бағалау тірек тұстамалардағы ағынды бойынша көпжылдық мәліметтермен бірге, алаптағы негізгі ағынды қалыптастырушы факторлар, метеорологиялық шарттар мен суармалы егіншіліктің даму динамикасына негізделіп жасалынды. Аталған аудандарда ағынды тауда қалыптасады, ол онда табиғи келеді, ал алаптың жазықты және ойпатты учаскелерінде пайдалынады. Суармалау мен оның инженерлік-техникалық қамтитын шаралардың ықпалын бағалау үшін басында жоғарыда айтылған тәсілдерге сәйкес, шаруашылық қызмет факторларының барлық кешенінің ағындының өзгеруіне ықпалын есептейді, ал содан кейін су теңдестік әдістерді қолдану арқылы шаруашылық қызметтің екінші дәрежелі әр типінің: су қойма, өнеркәсіптік-тұрмыстық және ауыл шаруашылық су тұтынудың рөлі бағаланады. Болашаққа бағытталған есептеулерде алдыңғы жыл үшін ағындының антропогендік өзгеру тееденциясы, алаптағы суармалы жерлердің жорамалды артуы және суармалы жүйелерді жетілдіру бойынша белгіленген шаралары мен су ресурстарын пайдаланудың тиімділігін жоғарлату ескеріледі.

МГИ мәліметтері бойынша Сырдария өзені алабында ХХ ғасырдың 60 жылдардың деңгейіне ауыл шаруашылығының су тұтынуы 33,5 км3/жыл құрады, төменгі ағыста ағындының төмендеуі – 8 км3/жыл. Суармалау аудандарды әрі қарай кеңейту Сырдария өзені ағындысын сөзсіз одан әрмен төмендеуіне әкеледі деп ұсынылды. С.И. Харченко табиғи және антропогендік факторларға байланысты күтілетін ағынды өзгерісін болжауды есептеп шықты. Ол үшін суармалы шеңбер шекарсындағы арна бөлігінің су теңдестігі теңдеуі қолданылды, ол келесі түрге ие:

*Уж –Ут +УЖ.А –УТ.А +УБ.П +qС.Т +УГ.К –УГ.Қ +ВЖ + Х – ЕС – ЕЖ + ΔW +Δq = 0*, (20)

мұндағы, *Уж* және *Ут* – жоғарғы және төменгі тұстамалардағы беттік арналық ағынды; *УЖ.А* және *УТ.А* – сәйкес тұстамалардағы арна түбіндегі ағынды; *УҚ.Б.* - қабырғалық беріктік; *qСТ* – суармалауға өзен су тарту; *УГК* – шеңберден арнаға табиғи грунт суларының келуі; *УГ.Қ* – шеңбер жаққа арнадан грунт суларының қайтуы; *ВЖ* – жиынтық қайтымды сулар, *Х* – атмосфералық жауын-шашындар; *ЕС* – су бетінен булану; *ЕЖ* – жайылманың іргелес аудандары мен суға жартылай батқан, ылғал сүйгіш өсімдіктерден булану; Δ*W* – жайылмадағы микро төмендеулерде судың аккумуляциясы; Δ*q* – грунт сулаларының терең су сақтағыш қабатпен су алмасуы.

(20) теңдеуді төменгі тұстамадағы ағындыға қатысты есептесек, онда:

*УЖ  = УО ± ΔУГР*,(21)

мұндағы, УО *–* суарылатын алқаптан шектен арнадағы жалпы беттік ағынды:

*УО = УЖ + УҚ.Б – qСТ + ВЖ + Х – ЕС –ЕЖ + ΔW,* (22)

*ΔУГР* *= УЖ.А – УҚ.Б.**+ УГК – УГ.Қ* *+ Δq* (23)

*ΔУГР* параметрінің шамасы төселме жыныстардың литологиялық құрылымына тәуелді және әр су ағын немесе арна бөлігі үшін жеке анықталады. Егер, *УЖ.А – УТ.А = 0* және *Δq = 0* болса, *ΔУГР* = *УГК – УГҚ* тең болады. Осыдан, егер *ΔУГР* параметрінің шамасы оң таңба болса, онда арнаның зерттеліп отырған учаскесінде грунт суларының келуі жоғары, ал егер теріс таңба болса – өзен ағындысын жерасты жолымен іргелес шеңберге қарай жоғалтады. Грунт суларының табиғи келуі (*УГК*, *УЖ.А*) мен қайтуын (*УГ.Қ*, *УТ.А*) және сонымен қатар, суармалы жерлердің ирригациялық қайтымды ағындысын гидрологиялық бақылауларсыз анықтау үлкен қиындық туғызатынын атап кеткен жөн.

Сөйтіп, (20-23) теңдеулерді шешу күрделі және кешенді экспедициялық су теңдестік зерттеулерді талап етеді, олар айтарлықтай қаржыландырусыз орындау мүмкін емес.

Өткен жүзжылдықтың 60-шы жылдары жоғарыда баяндалған әдістеме бойынша С.И. Харченко берілген жылдардың сулылығы мен су теңдестігі элементтерінің жобалық қамтамасыздығын ескеріп, Сырдария өзенінің төменгі ағысы және Арал теңізіне құятын тармағының өзгеріске ұшыраған ағындысын есептеу сол кездегі алаптағы жоспарланған суармалы егіншіліктің даму қарқынында 1990 жылға қарай өзен ағындысы 12-14 км3 азайды. Бұл, Аралға келетін тармақтың толық тоқтайтынын білдіреді, ол су теңдестігінің апатты бұзылуы мен су айдынының айтарлықтай қысқаруына әкеледі. Бар қайғылығына қарамастан, аталған болжам өзін толық ақтады.

Ресейдің дала және орманды-дала зонасындағы өзендер ағындысына (Еділ, Дон, Кубан, Жайық, Ока, Обь және т.б.) суармалы егіншіліктің ықпалын сандық бағалау И.А. Шикломановтың басшылығымен МГИ жүргізілді. Осы зерттеулердің нәтижелері келесі бөлімдерде толық баяндалған.

Қорыта келе, ауыл шаруашылық алқаптарды суармалау су теңдестігі мен жыл ішілік үлестірімінің өзгерістері және сонымен қатар, өзендер ағындысының айтарлықтай азаюына әкеледі. Сондықтан, суармалы егіншілік әсерінен су ағындысы өзгеруін бағалау және осының негізінде су көздері – өзендердің суару қабілетін болжау заманауи гидрология ғылымының маңызды мәселесі. Әсіресе, су ресурстарына өте кедей Қазақстан Республикасы үшін маңызды.

Суармалы жерлердің ағындысы – төрт қайнардан пайда болған жиынтық өнім: 1) табиғи грунт суларын құрғату; 2) атмосфералық жауын-шашындар ағындысы; 3) суару суларының инфильтрациясы есебінен алқаптар мен каналдарда қалыптасқан, суармалау суларын құрғату; 4) суармалы алқаптардың суару суларының беттік ағындысы.

С.И. Харченко сәйкес, қайтымды сулар – суармалы жерлер ағындысының тек су қабылдағышқа жететін және шаруашылық мақсаттарға қайта пайдалануы мүмкін құраушысын ғана санауға болады. Оның пікірінше, қайтымды суларды бағалаудың осы әдісі суды ұтымды пайдалану коэффициенті мен ағынды бөлігінің қайтуы есебінен су ресурсының қайта қалпына келу дәрежесін дәйекті анықтауға мүмкіндік береді.

Қайтымды суларды сандық бағалау мәселесі бойынша ең қарама-қайшы бағалаулар кездеседі. Мысалы, Фергана, Заровшан, Шу және т.б. тау аралық қазаншұңқырлар үшін суармалы жерлердің қайтымды сулары әртүрлі зерттеушілерде 15-тен 43 % дейін құрайды. Амудария және Сырдария сияқты ірі өзендер үшін бір жағдайда алаптан 11-15, ал басқа жағдайда 50-60 % құрайды. Л.В. Дунин – Барковский осы өзендердің төменгі ағысы үшін көлемі бойынша қайтымды сулар су жинау алабына тең деп анықтады. Мұндай үйлеспеушіліктің себебін С.И. Харченко суармалы жерлердің қайтымды сулары қалыптасуының бірыңғай теориясы мен сандық анықтаудың негізделген әдістің болмауымен түсіндіреді. Оның пікірінше қайтымды сулар екі құраушыдан тұрады, оларды бөлек қарастыру керек: 1) ирригациялық-беттік; 2) ирригациялық –грунттық. Осыдан, суармалы жерлердің қайтымды суларының жиынтық көлемі *ВЖ* тең:

*ВЖ = ВБ + ВГ*, (24)

мұндағы, *ВБ* және *ВГ* сәйкесінше, ирригациялық-беттік және ирригациялық-грунттық қайтымды сулар.

*ВБ* шамасы суармалы алқаптардан су қашыртатын тұстамада гидрометриялық тәсілмен сенімді анықталады. *ВГ* шамасын вегетациялық кезеңде суармалы алқаптың су теңдестігінің жалпы теңдеуі (аэрация зонасы мен су тасымалдағыш қабатта ылғал жер бетіне аккумуляцисын ескеру арқылы) немесе аэрация зонасының ылғал алмасуын ескеріп, су тасымалдағыш қабаттың су теңдістігі бойынша анықталады.

Вегетациялық кезең аралығында (мысалы, Оңтүстік Балқаш маңының суармалы жерлері үшін, қазан-сәуір) *ВГ* шамасын коллекторлық-құрғату желісінде өлшеуге болады.

Δ*q* = 0 болғанда, суармалы және суармалы емес аумақтың грунттық ағындысы жалпы су теңдестігі теңдеуі бойынша анықталады:

а) суармалау болған жағдайда

*УГ  = Х + М + ZO + УГК + УПП – УП – Е – МСТ ± ΔU*, (25)

ә) суармалау болмаған жағдайда:

*УГ’ = Х’ + У’ГК  – У’Б.К – УП’– Е’ ± ΔU’*, (26)

(25) және (26) теңдеулердің айырмашылығы қайтымды сулардың грунттық құраушысына тең:

*ВГ = УГ – УГ’*, (27)

*ВГ=(Х–Х’)+(УГК –У’Г.К)+(УБ.К –УБ’.К)+(УБ’ –УБ)+(Е–Е) + (ΔU–ΔU’) +Q – МСБ,* (28)

мұндағы, *Q = М + ZO* – суармалауға суды әкету шамасы.

Мұндай жағдайда, қайтымды сулардың жиынтық шамасы:

*ВС = ВГ + МСБ* , (29)

мұндағы, *МСБ*– суару суларын беттік жолмен қашырту, яғни ирригациялық-беттік қашырту (*ВБ*).

*ВБ* шамасын суармалы аумақтың және суармалауға дейінгі сол аумақтардың су тасымалдайтын қабатының су теңдестігі теңдеуінің айырмашылықтарымен анықтауға болады Δ*q* = 0:

суармалау кезінде – *ΔUГР = УГК – УБ  – УГ  + J – K’*,

(30)

суармалауға дейін – *ΔUГР ’ = УГК ’ – УГ ’ + J – K’*

Сонымен, (24) – (29) теңдеулерін талдау суармалау кезіндегі қайтымды сулардың қалыптасуы су алудың шамасы; булануға қайтымсыз шығындалу; аэрация зонасы мен су тасымалдағыш қабаттағы ылғалдың аккумуляциясы; үдерістердің инфильтрациясы, суармалы жерлердің коллекторлы-кәрізді су қашырту көлемі; атмосфералық жауын-шашындар және т.б. көптеген табиғи және антропогендік факторларға тәуелді екенін көрсетті. Дегенмен, егер суармалауға дейінгі және кейінгі кезеңдерді (25-26 теңдеулер) қарастырсақ және *Х*, *УБ*, *УБК*, *УУГ* және сонымен қатар, *ΔU* шамалары – аз ғана өзгеріске ұшыраған, яғни, *ВС* қалыптасуына су алу шамалары (*М* + *ZO*), су қашырту *МСБ* және булануға қайтымсыз шығындары (*Е’ – Е’*) үлкен үлес қосады. Өз кезегінде, бұл көлемдер суарылатын (су сіңіруші және су сіңірмейтін) ауыл шаруашылық дақылдарымен және сонымен бірге, климаттық, топырақтық, гидрогеологиялық және геоморфологиялқы шарттар, суару жүйесінің типі мен су тұтыну жоспарларымен анықталады.

Мысалы, вегетациялық кезеңде күріш жүйелері үшін алқаптар суармалы сулар қабатымен басылып жатады, олар тұрақты ағынмен коллекторлық-құрғату жүйесіне, кейін суару көзіне (өзен, көл) құйылады. Яғни, осы кезеңнің қайтымды суларының негізгі құраушысы *МСБ*, ал егін суару жоқ және астық жинап алынған вегетация аралық кезеңде құрғату жүйесіне грунт суларын жіберу *ВГ* есебінен қайтымды сулар қалыптасады.

Жалпы, С.И. Харченко мәліметтері бойынша мақта өсірілетін жүйелер үшін *ВС* көлемі нөлге тең, қант қызылшасы мен дәнді дақылдар үшін *ВС* – алаптың 14-17 %, ал күріш сілемдері үшін *ВС* – алаптың 65-70 % тең. Біздің Ақдала күріш жүйесіндегі зерттеулерміз осы сандарды толық растайды.

Сонымен қатар, суармалы сілемнің су қабылдағышқа жақын немесе алыс орналасуы қайтымды сулардың көлеміне әсер етеді. Су қабылдағыштан суару сілемі неғұрлым алыс болса, судың қабылдағышқа қозғалу үдерісінде қайтымды ағындының булануға қайтымсыз шығындары соғұрлым жоғары болады. Мысалы, Іле өзенінің төменгі ағысындағы Ақдала суармалау сілемінде қайтымды ағындының орасан зор қайтымсыз шығындарына басты қашырту коллекторының үлкен ұзақтығы, осы құрғату каналындағы арналық үдерістер және сонымен қатар, Шіт-Бақанас арнасы бойынша шөлді аудандарға іргелес жерлерге ұйымдырылмаған су қашырту әсер етеді.

Қайтымды сулар көлемінің азаюының екінші факторы осы суларды қайтадан суармалауға пайдалану. Ол тұзды суармалы қайтымды суларды тұщы сумен және минералды суға әсері нашан ауыл шаруашылық өсімдіктерді суару суымен араластыру жолымен жүзеге асады.

**4.3 Өзен алаптарындағы агро-ормандық мелиорациялық іс-шаралар**

Агротехникалық және орманды-мелиорациялық шаралардың ықпалынан табиғи су теңдестігін қайта қалпына келтіру мәселесі адамның қоршаған ортаға ықпалының күрделі кешенінде өте маңызды. Осы мәселелер шеңберіне көптеген жұмыстар арналды. Дегенмен, ұзақ уақыт ағымында жоғарыда айтылған шаралардың жылдық ағындыға ықпалына қатысты бірыңғай пікір туындамады, осы ықпалды бағалау әдістемесі жасалынбады.

Өткен жүзжылдықтың 80 жылдарында В.Е. Водогрецкий жетекшілігімен МГИ-да су теңдестігінің элементтеріне, соның ішінде өзендердің беткейлік, грунттық және жиынтық ағындысы мен жиынтық булануға агроорманды-мелиорациялық шаралардың ықпалын есептеу мен бағалау әдісінің түбегейлі негізі дайындалды.

Көпжылдық кезең үшін алаптың су теңдестігі теңдеуі негіз ретінде алынды, тұрақты орташа жауын-шашындар болғанда, ағындының беттік (беткейлік) және жерасты құраушыларының өзгеру шамасына алаптағы жиынтық буланудың өзгерістері сәйкес келу керек. Ол теңдеу келесі түрде жазылу мүмкін:

*УБ + УГР = Х – Е*, (31)

Агроорман-мелиорациялық шаралардың ықпалынан теңдестік құраушыларының өзгеруінің теңдеуі төменде көрсетілген:

*ΔУБ + ΔУГР = ΔХ – ΔЕ*, (32)

мұндағы, *ΔУБ* және *ΔУГР*– сәйкесінше, беткейлік және грунтты ағынды; *Х* – атмосфералық жауын-шашындар; *Е* – жиынтық буланы; *Δ* – осы элеметтердің өзгерістері.

Атмосфералық жауын-шашындар уақыт бойынша тұрақты болса, (32) теңдеуді келесідей жазылуы мүмкін:

*ΔУБ + ΔУГР = ΔЕ.* (33)

(32) теңдеудің параметрлеріне агроорман-мелиорациялық шараларының ықпалы келесі жолмен анықталады:

а) теңдеудің сол бөлігінің параметрлері

*ΔУЖА = ΔУБ + ΔУГР = ΣΔУЕ.О.О.Т*·*f Е.О.О.Т + ΣΔWЕ.О.О.Т* ·*f Е.О.О.Т*, (34)

ә) теңдеудің оң бөлігінің параметрлері

*ΔЕ = ΣΔЕЕ.О.О.Т*·*f Е.О.О.Т*, (35)

мұндағы, *ΔУЖА*– өзеннің жиынтық ағындысының өзгеруі; изменение суммарного стока реки; *ΔУЕ.О.О.Т*– беткейлік ағындының сәйкесінше, егістік, орманды және орман тілемдерінің орташа азаюы; *ΔWЕ.О.О.Т*– грунттық ағындының орташа жоғарлауы немесе егістерде грунт суларын атмосфералық жауын-шашындармен толықтыру; *ΔЕЕ.О.О.Т*– ауыл шаруашылық егістіктерінде (мелиорациялық іс-шаралар кейін) жиынтық буланудың өзгеруі; *fЕ.О.О.Т*– әртүрлі топырақ-грунттары шектерінде бірлік үлесінен алқаптардың ауданы, ол үшін алаптың жалпы ауданы қабылданады.

Беттік ағындының өзгерісін (*ΔУЕ.О.О.Т*) бағалау қисығын тұрғызу және келесі тәуелділікті талдау негізінде жүргізіледі:

*LБ = f* (*UT, J*), (36)

мұндағы, *LС* – беткейлік қысқы-көктемгі ағынды коэффициенті; *UT*– ағындыға дейінгі кезеңде метрлік қабатта ылғалдану дәрежесі мен топырақ-грунттардың қату сипаттайтын көрсеткіш (индекс); *J* – беткейдің еңістігі.

*UT* индексі топырақ-грунттарының су өткізгіштік көрсеткіші: неғұрлым индекс жоғары, соғұрлым ағынды коэффициенті жоғары және керісінше болады.

Ағындының грунттық құраушысын (*ΔWЕ.О.О.Т*) бағалау қисығын тұрғызу және келесі тәуелділікті талдау негізінде жүргізіледі:

*LГ = f* (*HГ*), (37)

мұндағы, *HГ –* грунт суларының жату тереңдігі (аэрация зонасының қуаты); *LГ –* грунт суларын атмосфералық жауын-шашындармен толықтыру коэффициенті.

*LГ = WПГВ / Х*, (38)

мұндағы, *ΔWГСТ*– грунт суларының жыл ішінде қоректенуі; *Х* – жылдық атмосфералық жауын-шашындар.

(33) және (34) тәуелділіктер атмосфералық жауын-шашындармен ылғалды жылдар үшін Ресей мен Солтүстік Қазақстан орманды, орманды-дала және дала зоналары шектерінде құмайтты және балшықты топырақ-грунттар басым тыңайған, жыртылған және орман беткейлері үшін жеке су теңдестік станциялар мен тәжірибелі стационарлар мәліметтері бойынша тұрғызылды. Алынған тәуелділіктер корреляция коэффициентіне *R* = 0,78÷0,90 және *R* = 0,75÷0,95 сәйкес сипатталады, екі жағдай үшін салыстырмалы орташа квадраттық қателігі 17-12 % құрайды.

Агротехникалық іс-шаралар, ормандар мен орман белдеулерінің жиынтық булануға ықпалын бағалау қисығын тұрғызу және келесі тәуелділікті талдау негізінде жүргізіледі:

*Еi**/ Ео* = *f* (*R / L∙X)*, (39)

мұндағы, *Еi –* әр жеке алқаптың бетінен жиынтық булану; *Ео* – сол алқаптардан буланушылық; (*R/L*∙*X*) – құрғақтың радиациялық индексі (радиациялық баланстың атмосфералық жауын-шашындарға қатынасы).

Нақты су жинау алаптарында агроорман шаралары ықпалынан ағындының орташа өзгеруі жиынтық буланудың өзгерістерімен салыстыруға болатыны анықталды (ағындыға қайта есептеу кезінде). 30-38 теңдеулер бойынша есептеулер нәтижелеріндегі орташа ауытқу ± 15÷20 % аспады.

В.Е. Водогрецкий өткен ғасырдың әртүрлі кезеңдері үшін агроорман-мелиорациялық шаралар ықпалынан ағындының өзгеруін есептеді, ол төмендегі кестеде көрсетілген.

Кесте 3. Агртехникалық және орман-мелиорациялық шаралар ықпалынан бірқатар ірі өзендердің жылдық ағындысының азаюы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Өзен - бекет | Алаптың ауданы, мың, км3 | Жылдық ағынды, км3 | Алаптағы жер айдау, % | | Ағындының өзгеруі, % | | |
| 1970 | 2000 | 1950 | 1970 | 2000 |
| Дон – сағасы | 422 | 27,8 | 70 | 66 | 4 | 6 | 6 |
| Днепр – сағасы | 500 | 55.5 | 56 | 56 | 3 | 5 | 6 |
| Ертіс – сағасы | 1643 | 73.9 | 24 | 29 | 1 | 4 | 5 |
| Жайық – Орал қ. | 180 | 9.4 | 29 | 39 | 4 | 7 | 13 |
| Жайық – сағасы | 237 | 11,4 | 30 | 45 | 4 | 5 | 10 |

Кестеден агромелиорациялық шаралары (жерлерді ауыл шаруашылық алқаптар үшін игеру) кеңінен дамыған Қазақстанда республиканың ірі өзендері үшін өзен ағындысының айтарлықтай азаятыны болжанады, ол қазіргі таңда болжамдардан да асып түседі.

Қорыта келе, В.Е. Водогрецкийдің әдістемесі күрделі агромелиорациялық жұмыстарды жүргізу кезінде су теңдестігі элементтерінің өзгеру шамасын анықтауға, қамтамасыздығы әртүрлі (сулылығы жоғары, орташа және қуаңшылық) жылдар үшін ағынды өзгерісін бағалауға және оған болжам жасауға, өзен ағындысының климаттың факторларға және төселме беттің физикалық-географиялық шарттарына тәуелділігін анықтауға, ілгері уақытта жерлерді ауыл шаруашылық және орман-мелиорациялық игерудің келешекке арналған жоспарларын дайындауға су тұтынуды жобалау және сонымен қатар, өзен ағындысын реттеу және оның аумақтық қайта үлестірілуі бойынша ғылыми негізделген шаруашылық шараларды жоспарлауға мүмкіндік береді.

**4.4 Батпақтар мен батпақтанған жерлерді құрғату**

Батпақтар ағындының табиғи реттегіштері, олар көктемгі су тасуды *Qmax* төмендетеді және жоғары су деңгейлерінің төмендеу (басылу) кезеңін ұзартады. Батпақтар мен батпақтанған жерлерді құрғату құрғатылған аумақтарда жиынтық буланудың өзгеруі *∆E* және жерасты суларының ғасырлық қорларын көтерілуі *∆YГ* жылдық ағынды көлемінің *∆Q* өзгеріске ұшырауына әкеледі, яғни, өзендердің су теңдестігі, режимі және экологиялық ортаның басқа да элементтері өзгереді:

∆*Q =* ∆*E +* ∆*YГ* (40)

Грунт суларының босауы ∆*YГ* есебінен өзеннің жылдық ағындысын жоғарлату, бір жолғы және мелиорациялық жұмыстар (құрғату каналдарын салу) басталған кезінен және оның аяқталғаннан кейін де 3-5 жылдар ішінде жүреді. Зерттеулер нәтижелері бойынша: грунт суларын босауы есебінен өзен ағындысы 30-50 % жоғарлайды, бірақ бұл тек жоғарыда айтылған кезеңде ғана, кейін төмендеу болады. Грунт суларының босау көлемі ∆*YГ* теңдеумен анықталады:

∆*YГ = hБ* ∙ *FҚ.Б* *+ hГ* ∙ *FҚ.А*, (41)

мұндағы, *hБ* және *hГ –* сәйкесінше, құрғатылған су ағыстарынан батпақ сулары мен грунт суларының босау қабаты; *FҚ.Б* және *FҚ.А –* сәйкесінше, құрғатылған баптақтар ауданы мен суармалау әсер ететін батпақтарға іргелес құрғақ аңғарлардың аудандары.

Жиынтық буланудың өзгеруі ∆*E* жылдық ағындыға әсер етуші тұрақты әрекеттегі фактор және оны теңдеу бойынша тек жазғы кезең үшін ғана есептеу жүргізіледі:

∆*E = (EБ – EҚ.Б)* ∙ *FБ.ОС*,(42)

мұндағы, *EБ* және *EҚ.Б.* – сәйкесінше, құрғатылмаған және құрғатылған батпақтардан булану.

Табиғи батпақтардан орташа көпжылдық булануды есептеу:

*ĒБ = m* ∙ *β* ∙ *ĒО*,(43)

мұндағы, *ĒО –* метеостанциялар мәліметтері бойынша орташа көпжылдық буланушылық; *m –* метеостанциялар мәліметтері бойынша буланушылықтан батпақты алқаптың буланушылығына ауысудың микроклиматтық коэффициенті; *β* –батпақтардан өлшенген булану мен есептік буланудың қатынасы тең эмпирикалық коэффициент.

Құрғатылған немесе игерілген батпақтардан булану:

*ĒҚ.Б. = k* ∙ *ĒБ*,(44)

мұндағы, *k –* баптақтардың типі мен оның игерілу сипатына тәуелді пропорционалдылық коэффициенті.

Батпақтар мен тозған аумақтарда зерттеулер жеткіліксіз болғандықтан, *ĒБ* және *ĒҚ.Б* шамаларын есептеу үшін эмпирикалық түзету коэффициенттері сияқты аймақтық ұсыныстар жиі пайдалынады.

Әртүрлі физикалық-географиялық зоналар мен алаптарда батпақтар мен батпақтанған жерлерді құрғату мен игеру су теңдестігі мен су ресурстарының қорына ықпалы әртүрлі көрініс табады: көп дәрежеде олар аумақтардың климаттық шарттарына, құрғату тәсілдері мен мелиорацияға батпақты сілемдерді игеру сипатына тәуелді. Мысалы, ылғалдылығы тұрақсыз зонада батпақтардың су режимін екі жақтық реттеу пайдалынады.

Зерттеулер Украинаның солтүстік бөлігі және сонымен қатар, Белоруссия және Ресейдің батпақтарын құрғату мен игеру нәтижесінде өзен ағындысы 30-50 % азайған және құрғатылған батпақтардың ауданына байланысты одан жоғары екенін көрсетті.

Сонымен, батпақтарды құрғату кезінде өзен ағындысы режимінде екі қарама-қайшы құбылыс байқалады:

1) құрғату жүйелерін тұрғызу кезінде және батпақты игеруден кейігі 2-3 жыл грунт суларының ғасырлық қорларының босауы есебінен өзен ағындысы шамамен 30-50 % ұлғаяды;

2) осы кезең аяқталған соң, өзен ағындысы табиғи ағынды көлемінен сол 30-50 % азаяды.

**4.5 Орман алқаптарының өзен ағындысына ықпалы**

Орман алқаптары өзен ағындысының табиғи реттеуіші, олардың ықпалы келесіден көрінеді:

1) алапта қардың еру қарқындылығын баяулатады;

2) көктемгі су тасу кезеңін ұзартады;

3) көктемгі су тасудың шыңын азайтады;

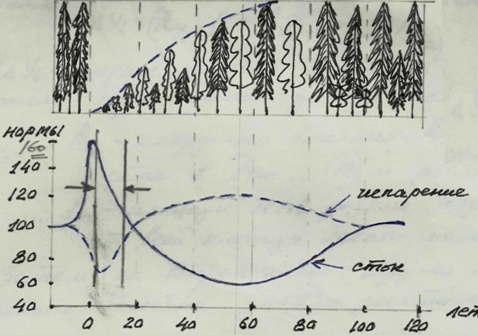
4) өзендерде грунттық қоректенуді жоғарлатады.

Соңғы жылдардың зерттеулері көрсеткендей, орман сілемдерінде адамның шаруашылық әрекеті өзен ағындысына өзінше ықпал етеді. Бұл жерде екі жағдайды ескеру керек:

а) өзен алаптарында орманды кесу мен оны қалпына келтірудің ықпалы;

ә) өзен алабы аумағының қоныс тығыздығы ауданының ықпалы;

б) орманды кесу мен оны қалпына келтіру нәтижесінде олардың сипаты және орман учаскесінің су теңдестігінің негізгі элементтері (булану мен ағынды) өзгереді. Бұл өзгерістер жаңа орманның өсу кезеңі 120 жылдың ішінде үздіксіз жүреді. Ескі ормандарда сипаттамалар тұрақтанады, ағаштың бір жылдық өсімі жыл сайын жойылатын ағаштардың көлеміне тең.



Сурет 1. Булану мен ағынды жүрісіне қалпына келген орманның ықпалы

(О.Н. Крестовский бойынша)

Суреттен орманды кесуден кейін беттік ағынды әсерінен өзен ағындысы орташа көпжылдық ағынды шамасынан 60 % дейін күрт жоғарлады, кейін орман егістерінің ұлғаюы шегі бойынша азая бастады және орманның жасы шамамен 50-60 жыл болғанда бұл төмендеу қалыпты шаманың жуықтап 40 % жететінін көруге болады. Одан ілгері, орман өсуінің 100 жылдық кезеңіне қарай ағынды көлемі біртіндеп жоғарлайды және грунттық құраушылары есебінен өзінің нормасына жетеді.

Өз кезегінде орманды кесуден булану да орташа көпжылдық шамасынан жуықтап 30-35 % күрт төмендейді (ашық жер бетіне қарағанда орман алқабында булану жоғары), кейін булану жоғарлайды және орман жасы шамамен 50-60 жыл болғанда өзінің ең жоғарғы шамасына жетеді (шамамен нормадан 20-25 % көп), содан соң орман өсуінің 100 жылдық кезеңінде өзінің нормасына жетіп біртіндеп азаяды. Булану төмендеуінің соңы мөлшері – ормандағы қураған ағаштарға, яғни, орман алқабының қартайуына байланысты.

Жылдық және маусымдық ағындыға ормандарды кесу мен қалпына келтірудің ықпалын бағалау кезінде есептік бірлік уақыт үшін орман өсуінің 10 жылдық сатысы қабылданады. Әр 5-10 жыл сайын жасалатын орман көлемін мөлшерлеу (таксация - орманды есептеу, материалдық бағалау – орманның жасын, ағаш дінінің диаметрі мен биіктігін, қорларын, өсімін, сапасын, түгендеу) кезінде орман учаскелері ағаштың жасы мен түрі қарай және олардың орман қорының барлық ауданының га және % бойынша ескеріліп, бөлінеді.

Жылдық және маусымдық ағындының өзгеруін есептеу екі кезеңде жүргізіледі: алғашқыда орман өскен учаскенің онжылдықтар бойынша жасының ағындының өзгеруі ықпалы анықталады:

∆*Yi = (ky1* ∙ *f1 + ky2* ∙ *f2 +…+ kyn* ∙ *fn) – 1,0*,(45)

мұндағы, ∆*Yi – i* – еонжылдықтары үшін қалыпты ағынды үлесінен жиынтық ағынды өзгерісінің орташа шамасы;

*ky1 … kyn –* 1 – м … *n* онжылдықтағы орман жасының ағындыға ықпал ету коэффициенті;

*f1 … fn*– орман сілемінің барлық ауданы үлесінен әртүрлі жастағы орман ауданы, ∑ *fi=1.0.*

Кейін, екінші кезеңде *i* – еонжылдықтары үшін алап өзендерінің ағындысы анықаталады:

∆*Qi =* ∆*Yi* ∙ *γ* ∙ *Q****,***(46)

мұндағы, *Q –* ағынды нормасы; *γ –* өзен алабының барлық ауданы үлесінен аумақтың ормандылығы.

ә) Ормандылық аудандардың өзен ағындысына ықпалы бойынша зерттеулер әр өзен суағары ағындының ең жоғары ұлғаюы сәйкес келетін өзінің ормандылық оптимумына ие екенін көрсетті.

Осы ең қолайлы немесе ормандылықтың су қорғау ауданы деп аталатын шамасы Украинаның солтүстігінен және солтүстік-батысынан оңтүстік және оңтүстік-шығысқа қарай кемиді. Тоғайлы ойпатты жерлерде алаптар бойынша ол 40-тан 60 % дейін, ал орманды-дала 22-ден 25 % дейін және дала зонасында 15-тен 18 % дейін ауытқиды. Осындай ормандылық болған кезде өзеннің жерасты құраушысы 2-3 есе ұлғаяды. Тоғайлы ойпатты жерлерде жиынтық өзен ағындысы 25-30 %, орманды-далада 11 % ұлғаяды және дала зонасында керісінше 20-25 % азаяды.

Осылай, орманның өзен ағындысына максималды оң ықпалы алапта ішінара ағаш егілуі болғанда орнайтыны белгіленді. Бір алап шегінде ормандылық қолайлы су қорғау сілеміне дейін өсуімен өзен ағындысы жоғарлайды, бірақ ормандылық одан ілгері ұлғайса, ағынды азаяды. Осы заңдылықты есептеу үлкен тәжірибелік мәнге ие, себебі алаптың ауданы бойынша орман ағаштарын өте ұтымды орналастыру мәселесін шешуге және әртүрлі климаттық шарттарда орманның су қорғау рөлін пайдаланудың экономикалық тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

**4.6 Урбандалу, өнеркәсіптік және тұрмыстық су тұтыну**

а) Аумақтардың урбандалуы

Өнеркәсіп пен халықтың су ресурстары мен гидрологиялық режимге ықпалы өте алуан түрлі. Өнеркәсіптік-тұрмыстық су тұтыну адамзатты таза сумен қамтамасыз ету мәселесі туындауының негізгі себебі, ол табиғи ландшафтар өзгертетін және су теңдестігінің барлық элементтеріне, гидрологиялық режимге және қоршаған ортаға үлкен ықпалын тигізетін көптеген елдерде қалалар, өнеркәсіп кешендері, тау қазбалары және басқа да нысандардың ерекше жоғары қарқынмен өсуімен түсіндіріледі.

Аталған антропогендік факторлардың ықпалы, біріншіден – гидрографиялық желіден тікелей суды алу және әрі қарай пайдаланылған ақаба суларды өзен және су тоғандарға қашырту; екінші – тау қазбалары, су жинау алаптарында өнеркәсіптік-тұрмыстық және жерасты суларын тартудың ірі нысандарын тұрғызу нәтижесінде өзендер ағындысының қалыптасуы шарттарының өзгеруімен байланысты көрініс табады.

Өнеркәсіптік-тұрмыстық су тұтыну өнеркәсіп пен тұрмыстық шаруашылықта технологиялық үдеріс кезінде пайдалынатын судың басым бөлігі қайтымды сулар ретінде қайтып келуімен сипатталады. Сонымен бірге, судың сапасы, оның химиялық құрамы, температурасы және т.б. өзгереді.

ә) Судың өнеркәсіпте пайдалануы

Өнеркәсіп пен жылу энергетикасында қайтымсыз су пайдалану әдетте, су алудың мардымсыз үлесін (сәйкесінше 6 – 30% және 1 – 3 %) құрайды, ал қайтымды сулар өзендерге ластанған ақаба суларын қашырту. Өнеркәсіптік су тұтынуда қайтымсыз шығындар өзінің құрылымы бойынша үш бөлікке бөлінуі мүмкін: 1) су көзінен тұтынушыға дейін су жіберу кезінде қосымша булануға шығындалу; 2) технологиялық үдеріс кезінде кәсіпорын ішінде судың булануға шығындалуы; 3) дайын өнімнің құрамына суды қосу есебінен судың шығындалуы.

Қайтымсыз шығындардың үлкен бөлігі бірінші топта болады және климаттық шарттарға тәуелді: солтүстік және жеткілікті ылғалданған аудармен салыстырғанда оңтүстік аймақтар үшін өнеркәсіптік су тұтынудың ықпалы айтарлықтай жоғары. Шығындардың екінші және үшінші топтары іс-жүзінде климаттық шарттарға тәуелсіз және өндірістің сипатын толық көрсетеді.

Сонымен қатар, өнеркәсіп пен жылу энергетикасындағы қайтымсыз шығындар қолданылатын сумен қамту жүйесіне байланысты: тікелей ағатын жүйеде қайтымсыз шығындар өте шамалы, ал кері жүйеде – таза су мен қашырту суларының алынуы күрт төмендейді, бірақ, қайтымсыз шығындар 1,5-2 есе жоғарлайды. Сонымен қоса, су нысандарының ластануы күрт төмендейді, яғни, бұл экологиялық «таза» өндіріс.

Сондықтан, өнеркәсіптерде келешекте сумен кері қамту жүйесі мен су қайта бірнеше рет пайдаланудың дамуына байланысты жиынтық су ресурстарының сандық сипаттамаларына өнеркәсіптік су тұтынудың айқын ықпалын күтілуде.

Тау қазбалары мен жерасты суларынан ірі су алу өзен алаптарында өзен режиміне жан-жақты ықпал ететін грунт сулары деңгейінің төмендеуі мен кейде мыңдаған шаршы километр жететін аудандарда қысымды шұңқырлардың пайда болуына әкеледі. Грунт сулары деңгейінің төмендеуі жиынтық булануды, сонымен бірге, өзен желісіне грунт суларының табиғи келуін айқын азайтады, ол жалпы өзен ағындысының азаюына әкеледі. (Мысалы, Мехико қаласы (қаланың отыру қаупі). Қазақстанда жер сілкінісі кезінде мұнай өңдеу).

Сонымен бірге, тау қазбалары кезінде шахта суларын өзенге қашырту өзен ағындысын жоғарлатады. Мысалы, Донбаста көмірді өндіру кезінде үлкен тереңдіктерден өзенге шамамен 0,6 км3/жыл су қашыртады, ол Донецк облысы өзендерінің жиынтық жылдық ағындысының 13 % құрайды. Бұл сулар тек гидрологиялық режимді ғана емес және беттік сулардың сапасын да өзгертеді.

Сонымен, сумен қамтуға таулы қазбалары мен жерасты алаптарын пайдалану ағынды көлемін жоғарлату және азайту жағына да әсер етуі мүмкін.

б) Тұрмыстық шаруашылықта қайтымсыз су тұтыну шамасы тым әртүрлі болуы мүмкін және су берудің тәсілі мен көлеміне байланысты. Қалалар мен қала типтес елді-мекендердің тұрмыстық шаруашылығында су тұтыну әдетте, канализациялық жүйелермен жүргізіледі. Қайтымсыз шығындардың негізгі бөлігі су құбыры мен канализациялық желілерде судың ағуы кезінде оның булануға шығындалуынан құралады, ал жасыл егістерді, көшелерді, демалыс орындарын, аулалық учаскелерді суару кезінде көптеген жағдайда климаттық шарттарға байланысты.

Тұрғылықты халқы 1 млн. асатын қалалар үшін тәулігіне 0,5 млн. м3 немесе жылына 180 млн. м3 (0,18 км3) су тұтынатынын айтап кету керек. Адамның тікелей жеке қажеттіліктеріне суды қайтымсыз тұтыну судың булануға шығындалуымен салыстырған шамалы. Су алудың пайызбен сипатталатын қайтымсыз шығындардың салыстырмалы шамасы көп дәрежеде тұрмыстық шаруашылықтағы меншікті су тұтыну көлеміне тәуелді. Мысалы: 1) орталықтандырылған су тартқыш жүйесі мен канализацияның тиімді жүйесімен абаттандырылған заманауи қалаларда бір тұрғынға шаққандағы меншікті су тұтыну 400-600 л/тәу, ал тұрмыстық қажеттіліктерге қайтымсыз шығындар жиынтық су тұтынудың 5-10 % аспайды; 2) жеке құрылыстар қоры бар кіші қалалар үшін бір тұрғынға шаққандағы меншікті су тұтыну 100-120 л/тәу, ал қайтымсыз шығындары айтарлықтай жоғарлайды және су алудың 40-60 % жетуі мүмкін; 3) су тартқыш жүйесі мен канализация мүлдем жоқ ауылды жерлерде қайтымсыз шығындар жоғары және су алудың 70-100 % құрайды. Басқа да тең шарттарда қайтымсыз шығындардың салыстырмалы шамасы солтүстіктен оңтүстікке қарай айтарлықтай ұлғаяды және құрғақшылық кезеңдерде жоғарлайды. Келешекте, орталықтандырылған су тартқыш жүйелері мен канализацияларды кеңінен енгізуге байланысты тұрмыстық шаруашылықтағы меншікті су тұтыну күрт өседі, ал қайтымды сулардың салыстырмалы шамасы айтарлықтай төмендейді.

Қазіргі уақытта (ХХ ғасырдың соңында бұрынғы КСРО аумағы үшін) ең алуан елді мекендермен мен өнеркәсіп салалары бар өзен алаптарының орташа жылдық ағындысына өнеркәсіптік-тұрмыстық су тұтынудың ықпалын жуық бағалау үшін әдетте келесі сұлба қолданылады:

1. Су алудан пайызбен сипатталған, қайтымды сулардың заманауи шығындары өнәркәсіптікте 10 % (солтүстік аудандар), 25 % (оңтүстік аудандар) дейін, ал жылу энергетикасында сәйкесінше, 1-3 % тең деп қабылданады, ал сумен қамтудың кері жүйесі мен суды қайта пайдалануды болжанған кеңінен енгізуге байланысты, келешекте ХХІ ғасырдың бірінші онжылдығына салыстырмалы қайтымсыз шығындар өнеркәсіпте 30-40 % дейін, ал жылу энергетикасында 2-4 % жоғарлайды.

2. Қала халқының қажеттіліктеріне қайтымсыз су тұтынудың салыстырмалы шамалардың замануи көлемдері 10-25 % тең, ал ауылды жерлерді сумен қамту солтүстік және оңтүстік аудандар үшін сәйкесінше 70-90 % тең бағаланады, болашақта канализацияны тұрғызу нәтижесінде аталған шамалардың қала халқы үшін 5-10 % дейін және ауылды елді мекендер үшін 50-70 % азаюы болжанады.

3. Ыстық жаз мен жауын-шашынның аз шамасы бар суы аз жылдары жоғарыда келтірілген шығындар шамасы жуықтап 15-25 % жоғарлайды, ал ылғалды суы мол жылдары жуықтап сондай шамаға төмендейді.

Аумақтардың урбандалуы табиғи ылғал алмасу мен су сапасына өзгерістер енгізу арқылы, қоршаған ортаға ықпалы жыл сайын көбейіп келеді. Табиғи су алаптары ағындысына қарағанда урбандалған аумақтардың ағындысы сандық және сапалық жағынан күрт ерекшеленеді. Осы айырмашылықтар жылдық ағынды, су өтімінің ең жоғары және ең төменгі шамалары және сонымен қатар, беттік және жерасты ағындысының құраушыларының қатынасына қатысты.

Табиғи шарттарымен салыстырғанда, қалаларда жауын-шашындардың біршама жоғарлауы, ағындының жоғары коэффициенттері мен фильтрацияға шығындалудың төмен болуы есебінен урбандалған аумақтардың жылдық ағындысы шамамен 5-15 % жоғары болады, осының есебінен.

Жаңбырлы тасқындардың ең жоғары шамасы, көлемі және сипатына урбандалу қатты ықпал етеді. Әртүрлі мемлекеттер зерттеушілерінің мәліметтері бойынша урбандалған аумақтардағы суды өткізбейтін жол төсемдері мен шатырларда ағынды коэффициенттері мен ағу жылдамдығының жоғарлауы есебінен, жаңбыр тасқындарының ең жоғары өтімдері 3-8 есе ұлғаюы мүмкін, мысалы, Алма-Ата қ. 1979 жыл шілде айы.

Басқа жағынан урбандалудың су ресурстарына ықпалындағы ең маңызды аспекті өнеркәсіп пен тұрмыстық шаруашылықта жаңбырлы ағындының өзгеруі, қала аумағы шегінде минералды, органикалық зиянды және токсикалық заттар, ауыр металдармен ласталған су қалыптасады, кейін өзендер мен көлдерге қашыртылады, ол үлкен қашықтықта суды ластайды. Сонымен бірге, жаңбырлы, еріген және суару – жуу сулары есебінен қала аумағынан келетін ағынды есебінен су нысандарының ластануы (Мысалы: 1986 жылы Сорбұлақ көлінде бұзылуы, Алматы қ. Кіші өзендерін зерттеу, 1996 ж.).

Сонымен қатар, қалалардың қарқынды өсуіне байланысты урбандалудың гидрологиялық аспектілерін кешенді зерттеулер шаруашылық қызметтің ықпалынан су режимі мен су теңдестігінің қайта қалыптасу мәселесінің маңызды жақтары.

**5 АҒЫНДЫНЫ РЕТТЕУ**

**5.1 Ағынды реттеу теориясының негізгі ережелері**

Өзеннің табиғи гидрологиялық режимі су пайдалану мен су тұтыну режиміне сәйкес келмеген жағдайда өзен ағындысын реттеу қажеттілігі туындайды. Өзен ағындысын реттеу халық шаруашылығы мүддесінде су ресурстарын ең ұтымды пайдалануға, су ағынының табиғи режимін өзгертіп, оны кейінде пайдалану үшін өзен ағындысын бөгейтін су қоймалар арқылы жүзеге асырылады.

Халық шаруашылық немесе басқа да мақсаттар үшін ағынды тікелей реттеу, су пайдалану немесе оны су көздері арқылы бұруға қамтамасыз ететін гидротехникалық имараттардың кешені – су шаруашалық қондырғылар деп аталады.

Шарттары мен мақсатына байланысты бір қондырғыға бір нақты жеке міндет немесе бүкіл кешеннің міндеттері жүктелуі мүмкін, мысалы: бір уақытта ағындыны реттеу, суармалау, су бұру және т.б. Бір міндетті орындайтын қондырғы салалық, ал бірнеше міндеттерді орындайтын – кешенді қондырғы деп аталады.

Әдетте су шаруашылық қондырғы арнайы мақсаттағы бірнеше гидротехникалық имараттар мысалы: бөгет және су қашыртқы, гидростанция ғимараты, деривация (суды өзінің арнасынан бұру), арынды канал және т.б. тұрады

Әртүрлі себептерге байланысты өзеннің табиғи гидрологиялық режимі кезінде су шаруашылық қондырғыларға келетін судың уақыт бойынша үлестірімі әдетте, су тұтынушылар мен су пайдаланушылардың талаптарына сай келмейді. Әдетте, су мол кезеңдерде өзен қажетті судан көп су әкеледі және одан артылатын су мүлдем қолданылмайды. Өзен ағындысы аз болған кезде – керісінше: кейде су тапшылығына байланысты су тұтынуды шектеу керек.

Басым көптеген жағдайда тұтынушылардың суға сұраныстарын өзен ағындысының табиғи өзгерістеріне оларды бейімдеу жолымен қанағаттандырылады. Сонымен қоса, су шаруашылық қондырғылардың көмегімен су мол кезеңдердің артық сулары пайдаланылады. Су шаруашылық қондырғының жұмыс режимі қолданылатын су көзінің табиғи су ресурстары мен су тұтынушы (немесе энергия) талаптары келісімінің (үйлесім) нәтижесі.

Жалпы жағдайда имараттардың қажетті өлшемдерін, оларды қолдану шарттарын анықтау мен нәтижесінде алынатын халық шаруашылық ықпалды бағалауға саяды. Сондықтан, су шаруашылық қондырғыны жобалау осы қондырғының мөлшері мен конструкциялық ерекшеліктеріне тәуелді, су нысанының гидрологиялық режимі элементтерін егжей-тегжейлі зерттеуден бастау керек.

Қондырғыны жобалау кезінде әдетте келесідей ең басты су шаруашылық міндеттер шешіледі:

а) су шаруашылық қондырғының ең тиімді немесе лайықты өлшемдерін және оның су немесе энергия қайтарымын анықтау. Құрғақ аудандарда жаңа өнеркәсіптер мен үлкен су тұтынуға мұқтаж өндірістерді орналастыру кезінде бұндай міндеттер қойылады. Гидроэлектрстанцияларды жобалау кезінде осы тәріздес міндеттер орындалады. Сонымен бірге, бірыңғай энергия жүйесіне қосылған СЭС-лары және ЖЭС-лары қуатының әртүрлі қызметі кезінде энергия жүйесі тұтынушыларды қамтамасыз ету керек;

ә) белгіленген су-энергия тұтыну кезінде, қарастырылып отырған су көзінде негізгі гидротехникалық имараттардың өлшемдерін таңдау мен орнату. Елді мекенді немесе қалыпты жұмыс жасау үшін нақты су көлеміне мұқтаж өнеркәсіптік кәсіпорынды сумен жабдықтау міндеті мысал бола алады;

б) мөлшері орнатылған су шаруашылық қондырғылар қызметінен қолайлы нәтижені алу. Бұндай міндет су шаруашылық қондырғыларын пайдалану ережелерін жасау, сонымен қоса, «а» және «ә» есептік сұлбаларын шешу кезінде жиі кездеседі.

Су көзінің белгілі табиғи режимі кезінде жоғарыда аталған міндеттердің шешімі тіреуіштің түрлі нұсқалары (имараттың мөлшері) және қондырғы пайдалану ережелері бойынша шаруашылықтың ықпалын анықтауға саяды. Осындай шешімдер су шаруашылық есептеулердің негізін құрайды.

Өзен ағындысын реттеу кезінде, халық шаруашылығы мұқтаждықтарын қажетті су көлемімен толық қанағаттандыру мақсатында өзен ағындысын қайта жоспарлап үлестіруге болатыны белгілі. Мұндай жағдайда су шаруашылық есептеудің міндетіне су шаруашылық қондырғының жұмыс жасау ерекшелігін анықтау ғана емес, сонымен қатар, оны пайдаланудың ең ұтымды режимін, яғни, пайдалынатын су қойманы толтыру және босату режимдерін таңдау кіреді.

Әдетте қондырғының жұмыс жасау шарттарын су немесе энергия қайтару режимімен, сонымен бірге, қондырғының мөлшері мен сақталуына тәуелді бірқатар көрсеткіштерді анықтайды.

Қондырғымен тасталатын су өтімінің шамасын зерттеу мен анықтау суағарлар мен су тастау жұмыстары түрлерін, мөлшерін, сонымен қатар, оның шарттарын анықтауға қажет. Әсіресе, тасқындық режимді су ағындарында қондырғымен шешілетін негізгі және өте маңызды міндеттер жиірек жоғары суларды реттеу.

Су деңгейін зерттеу де маңызды. Сонымен қатар, су қоймадан суды каналдар мен су қабылдағыштарға қашырту шарттары жоғары және төменгі бьефтердің деңгейіне тәуелді. Сорғылар арқылы тұтынушыларға су жіберу биіктігі, ГЭС турбиналарындағы арын осы көрсеткіштермен анықталады. Бөгеттің тұрақтылығын есептеу, суағарлар мен су тастаудың гидравликалық есептеулері және т.б. су деңгейі режиміне байланысты. Өзеннің ағысы бойынша бөгеттен жоғары су деңгейінің тіреуіш қисықтар су қойма маңындағы аумақтарды су басу және деңгейдің көтерілуі мөлшерін сипаттайды.

Су шаруашылық қондырғы жұмысын бағалауға қажетті режимнің негізгі элементтері мыналар:

- тұтынушылар жіберетін (олардың арасында бөлінген және үлестірілген) су өтімдері, ГЭС қуаты;

- қашыртылған су өтімдері, жоғары бьефтің деңгейлері (бөгеттерде, су қабылдағыштарда және су қойма ұзындығы бойынша сипаттық орындарда);

- төменгі бьефтің деңгейлері (бөгеттерде, кеме жүзетін және күш деривация жолында орындарда);

- ГЭС пайдаланатын арындар.

Осындан, ағындыны реттеумен екі негізгі міндеттер шешіледі:

*1.* *Тұрғылықты халық пен өндірісті сенімді су немесе энергиямен қамтамасыз ету үшін төмен су өтімдерін жоғарлату.* Су сабасына түскенде жеткіліксіз және су тасу мен су деңгейі көтерілетін кезде артық ағындыны пайдалану міндеті шешілетін бұндай реттеу әдеттегідей.

*2. Жоғары су өтімдерін төмендету*. Реттеудің бұл түріне су тораптан төмен өзен учаскесінде су тасуды болдырмау міндеттері, сонымен қатар, артық су бос тасталатын гидротехникалық имараттардың өлшемдерін кішірейту мен бағасын төмендетуге көмектесін міндеттер кіреді.

Әдетте бір су қойманың жұмысымен шешілетін осы екі негізгі міндеттер жиірек қарама-қайшы болады: жоғары ағындының шамалары мен өту уақытын алдын-ала белгілі болмаса су қойманы бос, ал төмен (аз) ағындыны жоғарлату үшін – су қойманы толтырып ұстап тұруға мәжбүр болады. Мұндай жағдайда бас су шаруашылық шараларға басымдылық беріледі, ал қосалқы міндеттер бөлшектеп орындалады, бірақ негізгі су шаруашылық жоспар бойынша құрылғының жобалық жұмыс шарттарын ескеру арқылы жасалады.

Егер қосалқы міндеттер негізгі міндеттердің экономикалық көрсеткіштеріне шамалы әсер етсе, онда қос шаралар толық шешілуі мүмкін. Осылайша, мысал ретінде, халық шаруашылығы нысанын су басу қауіпінен қорғау мақсатында жоғары жылдамдықты ағындыны реттеу өте үлкен көлемді су қоймаларын шоғырландыруды қажет етеді. Өйткені, осы нысанның елді мекеннін сумен жабдықтауды реттеу салыстырмалы түрде қосымша көлемдер талап етсе, онда бұл нақты жағдайда осы екі қажеттілік те толық қанағаттандырылады.

Кейбір күрделі жағдайларда, оңтайлы шешім табу мақсатында екі жақты элементтердің міндеттерін біріктіруден тұратын талдау жүргізіледі. Ең алдымен, ағындыны реттеуге байланысты негізгі мәселе, яғни, төмен өтімдерді арттыру мәселелеріне тоқталамыз.

Ағындыны реттеу қажеттілігі тұтынылатын су өтімдері және көпжылдық өзен ағындысының ең аз орташа тәуліктік өтімдерін салыстыру арқылы орындалады. Көпжылдық ағынды деректері бар болған жағдайда, қажетті су өтімдері деректерін ең аз ағынды деректерімен салыстыру керек. Осы деректердің көмегімен тәуліктік және айлық ең аз ағынды деректері ашық арнаға және мұзқұрсау кезіне бөлек-бөлек ең аз ағынды параметрлері – вариация коэффициенті, орташа шамасы және т.б. параметрлері есептеледі.

Егер гидрометриялық бақылау қатарлары мүлдем жоқ болған жағдайда, ағындының қамтамасыздық минимумдары (орташа тәуліктік және орташа айлық) жалпы аймақтық орташа бақылау деректері арқылы есептелінеді.

Осылайша, ағындыны реттеу қажеттіліктері анықтағаннан кейін, су тұтыну көлемін табиғи ағындының тәуліктік, апталық, маусымдық және т.б. суы аз кезеңдерімен салыстыру арқылы ағындының ұзақтығын анықталады.

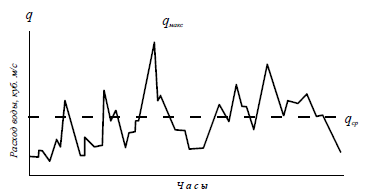
Төменгі су өтімін арттыру мақсатында су қоймадағы су пайдаланудан артық ағынды (суы мол маусымдар немесе жылдар) уақытша ұсталады, кейіннен шығын су пайдаланудан төмен болғанда жәберіліп, ағынды реттеледі.

Ағынды режимін тұтынушылардың талаптарына сәйкестендіру ағынды мөлшеріне және көлеміне, су тұтынудың көлеміне және су қойма мөлшеріне тікелей байланысты.

**5.2. Ағынды реттеу түрлері**

Өзен ағындысын реттеудің белгілі түрлерінің ішінен келесілерін бөліп қарастырады: тәуліктік, апталық, маусымдық (немесе жылдық) және көпжылдық. Сонымен қатар, сирек жағдайларда тәжірибеде ағындыны реттеудің қалыпына келтіретін қосалқы және периодсыз түрлерін байқауға болады.

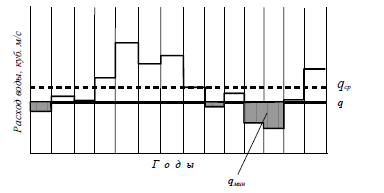
*Тәуліктік реттеу* бірқалыпсыз су тұтынуға сәйкес, тәулік сағаттары бойынша тәуліктік орташа су өтімдерін qор бірқалыпты қайта үлестіру. Су тұтыну төмен уақытында су арнайы аккумуляцияланатын қоймаға жинақталады, ал су тұтыну жоғарлаған кезде бірқалыпсыз су тұтынуға сәйкес шығындалады (2 сурет).



Сурет 2. Ағындыны тәуліктік реттеудің сұлбасы

Атап айтқанда, ағындыны тәуліктік реттеу қажетті су мөлшерін тәуліктік реттеу бассейніне бірқалыпты жөнелтуге мүмкіндік беретін суқорғау имаратының, насос станциясының және су желісінің (немесе канал) кішігірім су өткізу қабілетін қолдануға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл экономикалық жағынан тиімді. Тәуліктік реттеу СЭС қуатын пайдалануды арттыру мақсатында гидроэнергетика үшін маңызы зор.

Өзендегі су өтімінің төменгі өтімдерін апталық реттеу өзен суы толық пайдаланылатын жағдайда су өтімін аптаның жұмыс күндерінде су мөлшерін мол жіберуге, ал аптаның демалыс күндері азырақ жіберуге бағыттау негізіндегі қайта үлестіруге саяды. 1-2-3 демалыс күндерінде су тұтынудың аз мөлшері аккумуляцияланатын орын бар болғандықтан, жұмыс күндері су жіберуді жоғарылатуға мүмкіндік береді (3 сурет).

Сурет 3. Апта сайынғы ағын реттеу схемасы

Егер жұмыс күндеріндегі су тұтыну *q1*, ал демалыс күндеріндегі су тұтыну *q2* болса, онда *k* демалыс күндері бар апта (декада) ішіндегі *n* күнде жалпы су пайдалану көлемі құрайды:

*[q1 (n – k) + q2 k] 86 400 .м3* , (47)

Ал ағындыға тең орташа су тұтыну ( м/с), келесідей болады:

*qср = Q. м3 /с* (48)

Осы теңдеуден жұмыс күндері мен демалыс күндері арасындағы айырмашылыққа байланысты (*qср – q1* ) жұмыс күндеріндегі тәуліктік су өтімінің жоғарылауын көруге болады:

*q1 = qср +* (49)

Жұмыс күндері кезінде су тұтынудың қосымша көлемінің артатыны түсінікті оның теңдеуі келесідей болады:

*V1 =* ( *q1 – qср*) (*n-k*) *86400 м3* (50)

Ал демалыс күндері ол мөлшер азаяды:

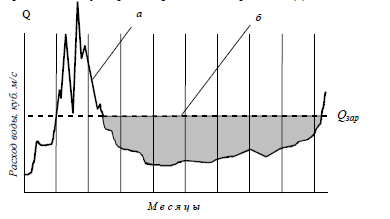
*V2 =* (*qср – q1*)*k*  *86 400 м3* (51)

Мәндерді соңғы екі теңдеудің біріне сәйкестендіру арқылы апталық орташа мән анықталады *qср:*

*V = V1 = V2 = k* (*q1 – q2*) *86 400 м3 .* (52)

*Маусымдық (жылдық) реттеу* суы мол маусымдар ағындысын суы аз маусымдарға қайта бөлуге негізделеді. Соған қарамастан жылдың су тұтыну мөлшері сол жыл ағындысымен реттеледі. Бұндай реттеу ағындының жыл ішіндегі бірқалыпсыздығымен және су пайдаланудағы сәйкессіздікпен байланысты. *Wp* жылдық ағындының қамтамасыз етілген мөлшері *Абр* су тұтыну бруттосынан (су шығынын есептегенде) көп немесе тең болған жағдайда (*Wp ≥ Абр*), сонымен қатар, жылдың кейбір мезгілдерінде ағынды су тұтынудан аз болған жағдайларда, ағындыны *Q* шығынның керекті мөлшеріне дейін реттеуге тұра келеді. Егер осы периодқа бүкіл қатар алынса, ол жылдық реттеу деп көрсетіледі.

Толық жылдық су бөлу кепілді су тұтыну мен жылдық қамтамассыз етілген су мөлшеріне тең болады: *Абр* = *Wp.* Егер *Абр* шамасы *Wp* шамасына жақындаса, онда толық маусымдық немесе толық емес жылдық реттеу орын алады. Осы жағдайда су қойма берілген қамтамасыздық мөлшеріне байданысты барлық жылдарда толтырылады (сурет 4).



Сурет 4. Ағынды маусымдық реттеу сұлбасы:

а – табиғи шығындар; б – реттелген щығындар;

4 суретте есепті суы аз жыл (а) мен біркелкі су тұтыну кезіндегі реттелген ағынды (ә) гидрографтары келтірілген.

Есепті жылда көктемде су жіберу шаралары қолға алынады, сонда су қойманың толтырылу қамтамасыздығы су тұтыну қамтамасыздығынан жоғары болады. Ал *Абр*  шамасы мен *Wp* арасындағы шағын арақатынас толық емес маусымдық реттеуге сәйкес болады.

Ағынды мөлшері артық болған периодта су қойма толады, ал су жетіспеүшілік периодтарында – су түсіріледі. Оның маусымдық реттеуге арналған сыйымдылығы ағын дефицитіне тең (4 суретте штрихталған аймақ), яғни, су жетіспеген кезеңдердегі су тұтыну мен ағынды мөлшерінің арақатынасы.

Орташа ағанды суы мол жылдың орташа су өтімінен аз болған жағдайда, ағандының артық мөлшері дифициттен артық болып, су қойма тоғаннан кейін қалған су көлемі тасталады.

Жоғарыда келтірілген мысал су қойманың жәй жағдайдағы бір ретті жұмысын көрсетсе, яғни ол сушаруашылық жылда бір рет толтырылып, толық жұмыс істейді. Ал жылдық гидрографтың күрделі жағдайында (жаздық, күздік су тасқыны бар болған жағдайда), су қойма бірнеше тактта жұмыс істейді.

Тәжірибеде маусымдық реттеудің екі типі кездеседі:

1. Бірінші тип *Абр* < *Wp* жағдайына сәйкес. Бұл жағдайда су қойма жыл сайынғы тасқын кезінде шекті мәнге деін толад, ал ағынды шектеулі кезеңде толық қызмет етеді. Өнеркәсіптік және коммуналды сумен қамтуға арналған кішігірім су қойма жағдайында осындай схема қолданылады.

2. Екінші типте көпжылдық реттеуге арналған көлемі үлкен су қоймалар да барлық жылдардың төменгі ағынды мөлшерінің соңында, тіпті суы мол жылдарда да эксплуатацияланады.

Мысалы, тасымалдау кемелерін өткізу су қоймалары. Бұл тоғандар навигация соңында толық жұмыс істейді. Көктемде олар кейде жеткіліксіз толады, сондықтан жыл бойынша құбылмалы.

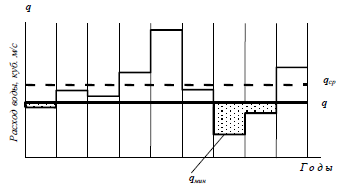
Су қойманы жыл бойынша құбылмалы су беруге ие және және толық толтырылатын тип (бірінші және екінші тип ерекшеліктеріне ие) та кездеседі. Бұл көпшілік СЭС-на тән қасиет, жыл арасында ағындының қайта бөлінуі мүмкін су қоймалар.

Ағынды реттеудің бір түрінен екінші түріне өту кезінде келесі жағдайларды ескеру керек.

Су қойманың жұмыс істеу қайталанғыштығы мен периодтылығы реттеу түрімен тығыз байланысты болғанына қарамай (ұзақтығына байланысты: маусымдық немесе көпжылдық), әр бір су қойма үшін реттеу периоды тұраұты емес. Сондықтан практикада кездесетін реттеуді маусымдық және көпжылдық деп бөліп қарастыру шартты болып табылады. Себебі, сол бір су қойма кей бір жағдайларда тек маусымдық ағынды реттеуші болса, басқа жағдайда ағындыны жыл арасында бөле алады. Сонда келешекте орын алуы мүмкін ағынды ауытқуларын есепке ала отырып, аталған реттеу түрлері арасындағы шек жойылады. Сондықтан берілген су қойманың реттеу түрін бірінші немесе екінші реттеу типтеріне сәйкестендіру тек анықталған ағынды мөлшеріне және уақыт периодына байланысты.

Реттеу түрін анықтауға арналған критерий ретінде *Абр*  су жіберу мен *Wp* жылдық есепті қамтамасыздық арасындағы критерий қабылданады. *Абр* < *Wp* болған жағдайда, ағынды реттеу маусымдық, ал *Абр* > *Wp* жағдайында көпжылдық болып есептеледі.

*Ағындыны көпжылдық реттеу.* Егер кепілді су қолдану көлемі жылдық қамтамасыз етілген ағынды мөлшерінен көп болса(*Абр* > *Wp*), онда міндетті түрде су қойма көмегімен жылдық ағындыны су өтімі мол жылдардан су өтімі аз жылдарға қайта бөлу керек. Сонда *n –* суы аз жылдағы ағын дефициті оған дейінгі суы мол жылдың су мөлшері қорларымен толығуы керек.



Сурет 5. Ағынды көпжылдық реттеу сұлбаса

Көпжылдық ағынды реттеу кезінде су қойманың жұмыс циклы бірнеше жылдарға созылады. Онымен салыстырғанда маусымдық реттеу циклі тек бір жылмен ғана шектеледі. Тәжірибелік жағынан толу ұзақтығы мен жұмыс істеу ұзақтығы маңызды. Реттеу тереңдігі қанша жоғары болса, яғни *Абр*  жылдық су тұтыну мөлшері *Wо* ағынды көлемінің жылдық мәніне соншама жақын болса, толу кезеңі мен жұмыс істеу уақыты ұзынырақ болады, *Абр* шамасының *Wо* шамасына арақатынасы өсіп, су қойманың көп көлемі керек болады.

Көпжылдық ағынды реттеу кезінде су қойманың сыйымдылығы әрқашан да жылдық реттеу түріне қарағанда жоғары болатынын атап кеткен жөн. Бұл суы мол жылдар ағындысынан кейіннен суы аз жылдарда қолдану мақсатындағы су қойма сыйымдылығының *Vc* жыл ішіндегі немесе маусымдық су үлестірумен қатар, көпжылдық су сыйымдылығының *Vм* қажет екенін көрсетеді. Осылайша, көпжылдық ағынды реттеуде су қойманың пайдалы көлемінің екі құраушысы болады: *Vп* = *Vc* + *Vм*. Кейбір су шаруашылық есептеулер әдістерінде сыйымдылықты осындай құраушыларға бөлуді талап етпейді, ал кейбір есептеулерде мінддеті.

Теориялық түрде қарастырсақ, көпжылдық ағынды реттеу түрінде камтамасыз етілген су бөлудегі шек *Абр* = *Wо* болып табылады.

Әрине, су қойма көлемі қанша үлкен болса, көпжылдық және жылдық ағынды реттеу шаралары мүмкіншілігі артады.

*Ағындының реттелуін қалпына келтіретін реттеу.* Ағынды реттеудің бүл түрі су жинау алабы және су пайдалану су қоймадан төмен орналасса, екеуінің арасында реттелмеген ағын бар болған жағдайда қолданылады. Онда су қойманың жұмысы өзеннің реттелмеген учаскесіндегі жылдық су тутыну графигі мен ағындының есептелген гидрографы арасындағы ағынды көлемі дефицитін жоюға бағытталады. Бұл жағдайда су қойма өзінен өтетін ағындыны су жинау алабы бекетінде қажетті өтімдер режимін, су қоймадан төмен өзенге түсетін реттелмейтің аралық ағынды ескеріп жұмыс жасау керек.

*Ағындыны екінші ретті (немесе қайта) реттеу.* Реттеудің бұл түрін негізінен ағынды режимі емес, ал өзеннің төменгі учаскеде орналасқан көптеген тұтынушылар қажеттіліктерін өтемейтін жоғары орналасқан су шаруашылық құрылғысын реттеу режимі деп атауға болады. Мысалы, жүктеменің қысқы максимумын өтейтін ағынды реттейтін СЭС, жазғы кезеңде төмен орналасқан суармалы тұтынудың талаптарын қанағаттандыра алмайды. Бұл жағдайда суармалауды қамтамасыз ету үшін гидростанциялардың суын қайта реттеуді талап етеді.

Реттеудің осы типіне салыстырмалы түрде егер ағындының реттелуін қалпына келтіретін реттеу төменде орналасқан су тұтынушылардың режиміне толық бейімделе алмаған жағдайда жатқызуға болады (мысалы, төменгі бъефтің ауыспалы толтырылуы кезінде келіп жету уақытын анықтау мүмкін болмаудың әсерінен және тағы басқа да жағдайларда). Мұндай жағдайда төменгі тұтынушы су қоймасының шығыны арқылы қосымша реттеу керек. Бұндай реттеуді кейде аралық (буферным) реттеу деп аталады.

*Ағындыны периодсыз реттеу.* Реттеудің бұл түрі ағынды реттеу кезінде қатаң бекітілген су тұтыну көлемі мен жұмыс графигінің жоқтығымен ерекшеленеді. Су қойманың толуы мен судан босатуы қажеттілігі мен мүмкіншілігіне байланысты (жеткілікті ағынның болуы). Реттеудің бұл түрі су шаруашылығының нақты сұраныстары үшін қолданылады, мысалы, орман ағаштарын ағызу, су транспортында және т.б.

Орман ағаштарын ағызу кезінде ағынды реттеу тәуліктік, маусымдық режимдері де қолданылады. Су траспортында су қоймадан су жіберу шоғырланған, кемелер жүзу үшін қысқа уақытқа қайраңдардың тереңдіктерін жоғарлату үшін қолданылады.

Санитарлы мақсатта мұндай су жіберулер өзеннің жеке учаскелері мен оның жайылмасын уақытша су басу мен су шаю үшін қолданылады. Балық шаруашылығында негізінен балықтардың ұрық шашатын орнында қолайлы тереңдіктерді орнату және су аз кезеңнің нәтижесінде оқшауланған балықтардың су ағынынан негізгі өзенге өтуі үшін қолданылады. Ауыл шаруашылығында лиманды суармалау кезінде, шабындық алқаптарын суландыру мақсатында жайылманы су астында қалдыру үшін қажетті көктемгі-жазғы су жіберу.

**5.3. Ағынды реттеу көрсеткіштері**

Реттеудің негізгі көрсеткіштеріне есептік жолмен анықталатын төменгі ағынды жоғарлатудың қажетті мәні, су қойманың қамтамасыз етілген су қайтарымы, оның көлемі мен жұмыс режимі.

Су қойманың қамтамасыз етілген немесе кепілдік су көлемі - пайыздық қамтамасыздығы мен су қойма көлімі мәндері орнатылған кезде одан бір жылдың ішінде алынатын су мөлшерін айтамыз. Әдетте су қайтару көлемдік абсолюттік шамалармен (м3 /жыл), сонымен қатар, салыстырмалы шамаларда – орташа жылдық ағынды шамасы үлесімен анықталады. Су қайтаруды жеке маусымға да қатысты анықтауға болады, бұл жағдайда ол су қоймадағы жылдық ағындының нақты үлесіне сәйкес келеді. Су шаруашлық есептеулерінде брутто және нетто су қайтарымдар түрлері ерекшеленеді.

Брутто су қайтарымы (немесе жай қайтару) жылдық толық су тұтыну қосындысына *Aп* су қойма шығынын *aкр* қосындысынан тұрады. Шекті кезеңнің шығындары, яғни су тоғанның толық толуы кезеңі анықталады. Оларға әдетте фильтрация мен булануға кететін шығындар (жеке жағдайларда мұздың пайда болуға кететін шығын да ескеріледі) кіреді.

Орташа жылдық ағындының үлесіндегі *Qo* брутто су қайтарымы деп ағындыны брутто реттеу коэффициентін *kбр* айтады. Онын шекті ең жоғары мәні бірге тең. Алайда, теориялық жағынан пайдалы көлем мәні және су қайтарымының камтамасыздығы *kбр*жоғары болмаса, шамалар айтарлықтай үлкен болуы мүмкін.

Нетто су қайтарымы (немесе пайдалы су қайтарымы) бруттомен салыстырғанда жоғарыда айтылған су шығындарын ескермей, тек су шаруашылығына керекті су тұтынуды қамтиды. Пайдалы су қайтарымы кепілді су тұтынуды қанағаттандыруы керек.

Орташа жылдық ағындыға байлансты нетто қайтару шамасы ағындыны нетто реттеу коэффициенті деп аталады *kн.*

Осылайша,

*kбр = ; kн =* (53)

су шаруашылық есептеулер тәжірибесінде ағындыны пайдалану коэффициенті қолданылады *ηбр* и *ηн*:

*ηбр = ; ηн = ,* (54)

мұнда *аор* – көпжылдық мезетте су қоймадағы жылдық су шығыны; *С* – өз бетінше жіберілген ағын көлемі;

Қатаң графикпен, салыстырмалы жоғары қамтамасыздықпен ағындыны реттеу кезінде *kбр* және *ηбр* коэффициенттері бір-біріне жақындайды. Ал жиі кездесетін ауытқулар кезінде, қамтамасыздық жоғары емес кезде *ηбр* < *kбр* болады.

*kбр* және *ηбр* көрсеткіштері ағындыны реттеу шараларында негізгі көрсеткіштердің бірі, *kн* және η*н* коэффициенттері су тұтынушыларға қызмет көрсету шаралары: пайдалы су беру көлемі, шығын шамасы және т.б. тәжірибеде осы жоғарыда көрсетілген шамалар кестелер көмегімен есептеледі.

Қарастырылған көрсеткіштерден бөлек, ағынды реттеуде тағы бір негізгі көрсеткіш – *βn* анықталады. Ол су қойманың пайдалы көлемінің *Vn*  жылдық ағындының орташа шамасына *Qo* қатынасына тең:

*βn = Vn / Qo.* (55)

Ағындыны реттеу есептеулерінде негізгі міндеттерді шешу қажеттілігі туындайды. Осы есептеулерді тікелей шешуде *Аn*  су қайтару кезінде *Q* реттелген ағындысы шамасы арқылы, келтірілген су тұтыну шамасына байланысты *Wп* пайдалы көлемін есептеу маңызды болып табылады.

Осылайша, көпжылдық кезеңде су қойма жұмысын анықтайтын, оның пайдалы көлемі мен су тұтыну көрсеткіштерін анықтайтын *Q = f(Wn)* байланысын орнатамыз.

**5.4.Ағынды реттеу есептеулері әдістерінің негіздері**

Ағындыны реттеудің барлық есептеулері, сонымен қатар, су қойманың негізгі параметрлерін орнату (көлемі, су қайтарымы), оның жұмыс режимі өзен ағындысының гидрологиялық деректері мен режимін жетік талдау негізінде анықталады. Бұл ретте ықтималдық үлестірімі белгілі бір заңдылыққа бағынатын ағындының біртекті шамаларының ауытқулары кездейсоқ сипатқа ие болған кезде назар аударылады. Барлық өзендер үшін тұрақты заңдылықпен ерекшеленетін ағындының жыл ішіндегі жүрісін атап кетуге болады, бұл жыл мезгілдерін бойынша су режимінің гидрологиялық фазаларының циклдық ауысында анық көрінеді.

Ағындыны реттеу бойынша есептеулерді орындау кезінде жоғарыда айтылған шарттар гидрометриялық мәліметтерді қолданудың негізгі принциптерін анықтайды.

1. су қойманың болашақ, ұзақ жұмыс уақытына ағынды гидрографы алдын-ала нақты болжана алмайды. Оны дәл анықтау үшін ағындының түрлі қамтамасыздықтары қолданылады, және оны нақтылау күні бұрындылығы бірнеше күннен 1-2 айға дейін жететін гидрологиялық болжамдар деректері қолданылады. Бұл есептеу деректері келешек есептеулерде де, сонымен қатар, су шаруашылық имараттарды пайдалану кезінде де қолданылады.

2. Бақылау уақыты кезінде алынған мәліметтер су шаруашылығы объектісінде болған және келешекте орын алуы мүмкін көптеген гидрологиялық процестерге анализ жасауға мүмкіндік береді (эмпирикалық ерекшеліктерді ескере отырып).

Қолданыстағы ағынды реттеу теорияларының ішінде, негізгі көрсетілген принциптерді ескере отырып, сушаруашылығы есептеулерінің негізгі екі әдісі қарастырылады:

а) ағындының нақты мәндері бойынша (кесте түрінде немесе ағынды мен су тұтынудың интегралды қисықтары арқылы);

ә) ағындының статистикалық параметрлерін қолдана отырып, ықтималдық теориясының негізінде;

Алғашқы әдіс бойынша сушаруашылық есептеулерінің негізі ретінде өткен уақыт аралығы үшін гидрологиялық бекеттерінен алынған күнтізбелік шама алынады.

Есептеулердің екінші әдісі фазалы-біртекті таралу ықтималдығы кезінде пайда болатын ағындының шамасына, ағынды фазаларының циклды ауысымында пайда болатын негізгі уақыт айырмашылықтары бар уақыт мезеттері мен ағынды деректерінің математикалық өрнегі болып табылады. Қолда бар қамтамсыздық қисығымен көрсетілген заңдылықтардың математикалық өрнегі арқылы су қойманың су шаруашылық пайдалану жоспарын жасауға болады.

Пайдалану кезінде су қойманың су шаруашылық режимі қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді болжамдар деректері негізінде анықталады.

Осылайша, пайдалану жопарын жасуда бастапқы деректерге ағындының жалпыланған мәліметтері алынады.

а) ағындының негізгі фазалы біртекті мәндерінің қамтамасыздық қисықтары (жыл, су басу кезеңі және т.б.);

ә) жылдық және есептік кезеңнің әр бір фазасы үшін алынған ағындының есептік бөлінісі;

Осы екі әдістің қолданылуы сушаруашылық міндеттің шарттарынан, су қойманың толтырылу жылдамдығы мен циклдардың ұзақтығын анықтайтын қолда бар гидрологиялық қатардың ұзақтығына байланысты.

Ағындыны көпжылдық реттеу кезінде су қойманың дұрыс жұмыс істеуіне толық жылдардағы және жыл топтарындағы суқойма көлемі тербелістері әсер етеді. Гидрологиялық қатарды талдау кезінде аталған факторлардың маңызы зор, себебі жұмыс циклдері мен толу циклдері тікелей осы шамаларға байланысты және олардың мәні реттеу шамасының артуымен бірге үлкейеді. Осыған байланысты қатар қатаң талдауға ұшырайды.

Су қойманың көлемін есептеу жұмыстарының тиімділігін арттыру мақсатында суқойманың негізгі жұмысын көрсететін гидрологиялық қатар құрамында суы аз жылдардың тобы болуы керек. Сондықтан, осындай есептеулердің негізі ретінде жылдық және жыл ішілік қамтамасыздық қисықтары алынады.

Реттеудің кішігірім фазаларында, жылішілік ағынды реттеу шаралары имараттың жұмыс режиміне айтарлық әсер еткен кезде жылдық циклды сипатты фазаларға бөліп қарастыру керек. Көпшілік өзендер үшін осындай фазаларға су тасқыны фазалары және құрғақшлық фазалары жатады. Негізгі сипаттамалар ретінде осы фазалардағы қамтамасыздық қисықтары жатады. Су өтімінің таралуы әр бір фаза үшін есепті гидрографтар көмегімен жүзеге асырылады.

Ал, ағындыны реттеу шаралары шамалы болған жағдайда ағындының бірнеше айды немесе одан да қысқа уақыт фазасынан тұратын толық зерттеулері керек.

Реттеу шаралары керек болмаған жағдайларда орташа тәуліктік су өтімі деректері тұрақты түрде есептеклуі керек. Бұл жағдайда өзен суының негізгі сипаттамалары ретінде минимал ағанда деректері қолданылады.

Бүкіл жылдық және жеке жылдық фазалар үшін тұрғызылатын ағынды гидрографтары тұрғызу үшін жылішілік ағындыны гидрометриялық бақылау деректеріне негізделген үлгілерді алуға болады. Алға қойылған су шаруашылық зерттеулеріне байланысты жылдық және сипатты фазаларға арналған қамтамасыздық қисықтары қолданылады және тұрғызылады.

Графикте көрсетілген қамтамасыздық қисықтары мен эмпирикалық қисық нүктелері арасында ағынды қатарының нақты мәндері алынады, соның арқасында көпжылдық қатардан сипатты үлгі жылдарын бөліп алуға мүмкіндік береді: суы мол жылдар, орташа және суы аз жылдар.

Егер бүкіл жыл бойы су (немесе энергия) бүкіл жыл бойы немесе жеке маусым бойында бірқалыпты қолданылатын болса, онда ағынды режимі реттелмеген жағдайда жүргізіледі. Осы жағдайда есепті гидрографтардың орнына тәуліктік су өтіміне негізделген қамтамсыздық қисықтары қолданылады.

Жоғарыда қарастырылған есептеку әдістері өзіне тән артықшылықтары мен кемшіліктерге ие. Қарастырылған кезеңде есептеулер кез келген су шаруашылық есептеулері үшін тиімді. Алайда оның басты кемшіліктері бар:

1) қамтамасыздықтың анықталмағандығы, сол себепті су шаруашылық есептеулері нәтижелерінің салыстыруға келмейтіндігі;

2) барілген өзен ағындысына байланысты ағынды деректерінің аз болуына байланысты есептеулердің жүргізілмеуі;

3) есептеу нәтижелерін кең ауқымда қолдану аясының шектеулілігі;

Ағындының жалпы сипаттамаларымен есептелген есептеулердің жеке жылдық есептеулерге қарағанда кемшіліктері жоқ.

**6 Су ресурстарын басқару мәселелері**

**6.1 Су ресурстарын басқару міндеттері**

Замануи түсінікте су ресурстары – бұл әлеуметтік-тарихи санаттық және адам қоғамының даму деңгейіне сәйкес оның құрылымы өзгереді. Мысалы, тас ғасырының адамдары үшін су ресурстары ретінде тек беттік сулар (өзендер, көлдер және мұздықтар) болған. Қазіргі заманғы адамдар үшін – барлық агрегаттық күйдегі табиғи сулар және олардың тізімі әрдайым сулардың типтері, кеңістіктік, тігінен және көлденең аспектілер бойынша ұлғая береді. Осыған қарамастан, барлық табиғи ресурстардың ішінен су ең алуан түрлі, көп мақсатты және жалпыға ортақ. Су сирек ерекшелікке ие – адам қоғамының көптеген биологиялық, өндірістік және әлеуметтік үдерістерінде оның тұрақтылығы.

Қазіргі таңда көптеген мемлекеттердің және сонымен қатар, Қазақстан Республикасының басты су ресурстары – өзен ағындысы, көлдер мен бөгендерде жиналған сулар. Өткен ғасырдан бастап, көршілес мемлекеттер үшін су ресурстарды пайдалану өзен алабының барлық экожүйелерін сақтау және трансшекаралық өзендерді ластану мен сарқылудан қорғау және бірлесіп су тұтыну бойынша халықаралық құқықтар мен халықаралық келісім шарттармен тығыз байланысты болды.

Қазіргі уақытта заманауи және болашақ су ресурстарын үш топқа бөледі: ұлттық (ішкі сулар); мемлекет аралық (шекаралық өзендер, көлдер және мұздықтар); жалпыға ортақ (полярлық мұздықтар, атмосфералық ылғал, ювенильді сулар).

Өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап, халық санының өсу шамасына, қалалардың, өнеркәсіптер және ауыл шаруашылығының қарқынды дамуына байланысты, су пайдалану тәжірибесінде өзен ағындысын жасанды реттеу (су қоймаларды тұрғызу, суармалы егіншіліктің дамуы, су алу, ағындыны қашырту және т.б.) күшейе түсті, бұл су нысандарының тек гидрологиялық режимнің өзгеруіне ғана емес және сонымен қатар, өзен алаптары экожүйелерінің табиғи тепе-теңдігін түпкілікті өзгеруіне әкелді. Осының нәтижесінде көптеген елдерде аумақтардың су теңдестігінде ауқымды бұзылыстар туындады, олар экологиялық және экономикалық апаттардың басты себептері болды.

Заманауи өндірістердің барлық қалдықтарын өзіне жинақтайтын өзен ағындысы табиғи ресурстарды экстенсивті пайдалану кезінде туындайтын қолайсыз антропогендік ықпалдарға өте әлсіз, ол бар өзен алабының жалпы экологиялық жағдайына теріс ықпал жасайды.

Осыған байланысты өзен жүйелерін қайта қалпына келтіру мәселелері табиғатты ұтымды пайдаланудың негізгі міндеттерімен тығыз байланысты болуы қажет, осы мәселелерді шешу келесі шарттарды қамтамасыз етеді: 1) қалыптасатын және пайдаланылатын ресурстардың арасындағы тиімді қатынысты; 2) су және жер қорларын ұтымды пайдалану; 3) алаптағы экологиялық тепе-теңдікті сақтау.

Сондықтан, табиғатты пайдалану мен қоршаған ортаның замануи өзекті мәселелері су және жер ресурстарын ұтымды пайдалану мақсатында өзен жүйелерін қалпына келтіру әдістерін қайта қарастыру мен жаңартуларды қажет етеді.

Ғылыми-техникалық өрлеу ғасырында бұл міндеттер ұзақ уақытқа және үлкен дәлдікпен шешілу қажет, яғни, келеңсіз төтенше жағдайларға есептелген және сонымен қоса, табиғи ортаның экологиялық тепе-теңдігін бұлжытпай сақтау болу керек.

Мұндай әдіс шегермелі, өте ойластырылған, ойластырылған және негізделген экологиялық дамудың әртүрлі нұсқаларын үйлестіру үшін қажет, ол су ресурстарын пайдаланудағы қарама-қарсы қайшылықтар жеңілдетуге немесе тіпті болмаса табыстыруға мүмкіндік береді.

**Су ресурстарын басқару – табиғи гидроэкожүйелер жағдайына, оны сақтаудың бір тәсілдері ғылыми бақылаудың бір бөлігі, оны сақтаудың тәсілдерінің бірі.** Бұл тек жұмыс жасайтын су шаруашылық жүйелерді әкімшілік-шаруашылық басқару ғана емес, сонымен қоса, су сапасын бақылау және жаңа су шаруашылық жүйелер мен жеке нысандарды тұрғызуға лицензия беру. Басқару саласының қызметтеріне өзен ағындысының қалыптасу шарттарын және шығындалуын есептеу және динамикасын бақылау, осы құбылыстар мен үдерістерді қысқа және ұзақ мерзімді болжау, су ресурстарын пайдалану үшін жаңа нысандардың құрылысын жоспарлау, ағындының аумақтық қайта үлестірімін жобалау, өзен суларының жоғары санитарлық-гигиеналық сапасын сақтау және т.б. кіреді.

Сонымен қатар, нарықтық экономиканың дамуына байланысты, өте маңызды табиғи ресурс ретінде судың бағасына туралы сұрақтар қатты туындады, яғни, тұщы су тауарға айналды. Қазіргі уақытқа дейін, су бағасының мәселесі бойынша бірыңғай әдістің жоқ екенін атап кету керек, себебі, осы мәселенің түбегейлі жақтарын анықтауда жеткілікті қаталдықтың болмауы. Бірақ, көптеген су саласы мамандардың пікірінше, аумақтардың гидроресурстармен заманауи шектелуі шарттарында, тұтынушылардың су ресурстарын ұтымды пайдалануы және өнеркәсіптің түрлі салалары су пайдаланушыларына тиімді үлестіру соңғы өнімнің құнында судың төлемін бірге ескере отырып, экономикалық қаржылық есептеу осы саладағы маңызды шарттар. Бұл сұрақ өте күделі және сондықтан өзен ағындысын пайдаланудың аймақтар және жеке салалар бойынша шаруашылық есептеулерді енгізу үдерісі біртіндеп орындалу қажет.

**6.2 Өзен ағындысын кешенді пайдалану мен қорғауды аудандыстыру және жоспарлау**

Өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, электр энергияны өндіру, көлік тасымалы, қалалар мен аумақтардың урбандалуы және сонымен қатар, тұрмыстық шаруашылықтар санының өсуі – тұщы судың айтарлықтай көлемін пайдалануға және оның сапасына қойылатын талаптарды күшейтуге әкеледі. Бұл тек халықтың саны мен өнеркәсіптер көлемінің ұлғаюына ғана емес және сонымен қоса, қазіргі заманғы өнеркәсіп, ауыл шаруашылық өндірісте, энергетика және тұрмыстық абаттандыруда су пайдаланудың күрт жоғарлауына да байланысты.

Сондықтан, табиғи су нысандары өздерінің қорлары мен режимі (өзен ағындысының жыл ішілік және көпжылдық ауытқулар) бойынша кейбір экономикалық дамудың шектеуші факторына айналады. Сонымен қатар, келесі тармақтарды белгілеу қажет:

1 – өндірістердің (өнеркәсіп, ауыл шаруашылық, қалалар мен коммуникация) орналасу орнын жоспарлау кезінде экономиканың дамуына өзен ағындысын пайдалануды 15-20 жылдар және одан ұзақ мерзімдерге болжамдау керек;

2 – экономикалық дамудың көпжылдық жоспарын дайындау кезінде су нысандарының гидрологиялық режимі аймақтың өнеркәсіптердің негізгі нақты бағытына сәйкес келу керек, яғни, аймақ су пайдаланудың нақты режиміне арналған болу керек;

3 – дайындалатын су тұтыну жоспарлары тарихи-әлеуметтік және демографиялық факторлар, халықтың ұлттық ерекшеліктердің жиынтығын және сонымен қатар, елдің дамуын ескеру керек;

Өткен ғасырда С.Л. Вендров (1979 ж.) өндірістердің географиялық орналасуын көпжылдық жоспарларын құрастыруға бұрынғы КСРО аумағын оның сумен қамтылуы бойынша ықтимал аудандастыру сұлбасын дайындады. Бұл сұлбада су қамтамасыздығы бойынша жеті аумақты бөлді:

1 – суы өте мол және осы аумақтар еркін су ресурстарына ие аудандар;

2 – суы өте мол және осы аумақтар жеткілікті мөлшерде жергілікті су ресурстарына ие аудандар;

3 – суы өте аз және ауыл шаруашылық және өндірістік өнеркәсіптер тек қосымша ағындыныны қабылдаған кезде ғана жұмыс жасай алатын, көбіне аридті және далалы аумақтар;

4 – ағындыны қашырту экономикалық және экологиялық жағынан тиімсіз, су ресурстарын пайдалануда шектеулі аудандар;

5 – аумағында жаңа өнеркәсіптік, тұрмыстық және басқа да кәсіпорындарды (ұлттық саябақтар, демалыс зоналары) орналастыруға тиым салынған, қор аудандар;

6 – аридті зоналардың теңіз маңы аумағы, теңіз жағалаулары;

7 – теңіздер мен шығанақтардың жағалаулық зоналары.

Аталған сұлба жеті аудандар үшін топтастырылған 13 дәрежелі аумақтарға бөлінген. Дегенмен, ол табиғи-шаруашылық жүйелердің барлық алуан түрлілігін қамтымаған, бірақ бұл өзен ағындысын әріқарайғы аудандыстыру мен кешенді пайдалануды жоспарлаудың негізі болуы мүмкін.

Соңғы жүзжылдықтардың аралығында Қазақстан Республикасы экономикасының даму концепциясын негіздеу және су шаруашылық секторы дамуының ұлттық стратегиясын дайындау үшін мемлекеттегі су ресурстарын үлестіру мәселелері қайта қарастырылып және өзендердің қазіргі уақыттағы режимін бағалау үшін гидрологиялық есептеулер жаңадан орындалды.

Нәтижесінде, Қазақстан аумағында сегіз алаптық табиғи-шаруашылық жүйелер бөлінді: Жайық-Каспий, Арал-Сырдария, Тобыл-Торғай, Нұра-Сарысу, Шу-Талас, Балқаш-Алакөл, Есіл және Ертіс (А.А. Турсунов – 1998 ж., Ж. Достай – 2000 ж., ҚР Су ресурстар комитеті – 2001 ж., И.М. Мальковский – 2006 ж.).

Аталған аудандастыруды дайындау кезінде келесі белгілерге назар аударылды: өзен алаптарының географиялық және гидрологиялық шарттары, су шаруашылық пайдалану мен экологиялық жағдайлары. Табиғи-шаруашылық жүйелер келесі жолмен жіктелді:

1 – географиялық орналасуы бойынша – бір ұлттық алап (Нұра-Сарысу), басқа жеті трансшекаралық алаптарға жаатады;

2 – гидрологиялық сипаттамалар бойынша – бес ағынсыз алаптар (Жайық-Каспий, Арал-Сырдария, Нұра-Сарысу, Шу-Талас, Балқаш-Алакөл), екі ағынды алаптар (Тобыл-Торғай және Есіл) және бір ағынды өтетін – Ертіс алабы;

3 – су шаруашылық пайдаланылуы бойынша – бір энергия-тасымалдаушы алап – (Есіл), бір ирригациялық-энергетикалық (Балқаш-Алакөл), екі ирригациялық (Арал-Сырдария және Шу-Талас), бір тасылмалдаушы-балық шаруашылықтық (Жайық-Каспий) және үш жер суландыру-сумен қамтамасыз ету алаптары (Тобыл-Торғай, Есіл және Нұра-Сарысу);

4 – экологиялық жағдайы бойынша – бір дағдарысты алап (Арал-Сырдария), үш ерекше мемлекеттік маңызға ие алаптар (Жайық-Каспий, Балқаш-Алакөл және Ертіс) қалған төрт алаптар (Тобыл-Торғай, Есіл, Нұра-Сарысу және Шу-Талас).

Мемлекеттің экономикалық және экологиялық жағдайына әсер ететін Қазақстанның су қамтамасыздығын бағалау үшін ҚР Су ресурстар бойынша Комитеті 2000 және 2020 жылдарға сулылығы орташа және құрғақ кезеңдер бойынша болжамдық су шаруашылық теңдестікті есептеді (кесте 4).

Кестені талдау, қазіргі уақыттың өзінде-ақ қуаңшылық кезеңдерде теріс су теңдестіктері туындайтынын көрсетеді, ол негізінен Еуразия континетінде Қазақстанның географиялық орналасуы есебінен қалыптасады. ҚР БжҒМ География Институтының мәліметтері бойынша 1974-2008 жж. кезеңдері үшін орташа көпжылдық өзен ағындысы 91,3 км3/жыл құрайды, оның ішінен 44,3 км3 (48,5 %) көршілес мемлекеттерден келеді, ал ел аумағында тек 47,0 км3 (51,5 %) қалыптасады. Республикаға көрші мемлекеттерден өзен суларының келесі көлемі келеді: Қытай – 18,9 км3, Өзбекістан 14,6 км3, Қырғыз Республикасы – 3,3 км3, Ресей – 7,6 км3; барлығы шамамен 44 км3. Шаруашылық қызметтің әсерінен Қазақстан өзен ағындысының қоры (115 км3/жыл) 1975 жылмен салыстырғанда 23,8 км3/жыл (21 %), сонымен қоса, трансшекаралық ағынды 15,9 км3 және жергілікті ағынды 7,9 км3 азайған. 2020 жылға арналған республикадағы су пайдалану келешегі сулылығы орташа жылдарда теңдестік аса теріс, ал сулылығы төмен кезеңдерде елдің су қамтамасыздығы өте нашарлайды және апатты болатынын көрсетеді. Сондықтан, елдегі экономиканың әртүрлі салаларын дамытуды жоспарлау мен келешек өндірісті орналастыру болашақта су факторына қатысты қатаң шектелуі керек болады.

Қазіргі уақытта, өзен ресурстары көлемінің соншама құбылмалы келешегі келесі алдын-алу шараларын кідіртпей жүзеге асыруды талап етеді:

1. ұлғайып келе жатқан суға мұқтаждық, әсіресе, суармалы егіншілікті сумен қанағаттандыру үшін жақын болашақта су сақтау ең бастысы болуы мүмкін;

2. өндірісті аумақтық орналастыруды жоспарлау су факторын ескеру арқылы жасалу керек;

3. Орталық Азия мемлекеттері, әсіресе, аридті-ағынсыз аймақтар үшін су бөлу және тең құқылы су пайдалану механизмдері мен принциптерін қайта қарастырудың Халықаралық келісім үдерістерін мемлекеттің үкіметі бастамашылық ету қажет.

Кесте 4. Қазақстан Республикасының су шаруашылық теңдестігі, км3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Теңдестігі | Сулылығы бойынша қамтамасыздығы | | |
| 50 % | 75 % | 95 % |
| **2000 ж.** | | | |
| **Кіріс бөлігі:**  Өзен ағындысы | 100,5 | 76,1 | 58,2 |
| **Шығыс бөлігі:**  1. Экономиканың түрлі салаларының су тұтынуы | 35,5 | 35,5 | 31,5 |
| 2. Су қоймаларды толтыру | 1,4 | 1,0 | 0,5 |
| 3. Өзендердегі экологиялық, балық шаруашылық және сантитарлық су қашырту | 28,8 | 28,8 | 28,8 |
| 4. Булану мен инфильтрация кететін ағындының шығындары | 12,1 | 11,0 | 10,0 |
| 5. Ресейге транспорттық-энергетикалық су қашырту | 8,8 | 8,8 | 8,8 |
| 6. Көктемгі су тасудың реттелмейтін ағындысы | 4,8 | 4,0 | 3,0 |
| Барлығы - Шығыс | 91,4 | 89,1 | 82,6 |
| Айырмашылығы (Кіріс – Шығыс) | +9,1 | – 13,0 | –24,4 |
| **2010 ж.** | | | |
| **Кіріс бөлігі:**  Өзен ағындысы | 95,5 | 71,1 | 53,2 |
| **Шығыс бөлігі:**  1. Экономиканың түрлі салаларының су тұтынуы | 43,0 | 43,0 | 39,0 |
| 2. Су қоймаларды толтыру | 1,5 | 1,0 | 0,5 |
| 3. Өзендердегі экологиялық, балық шаруашылық және сантитарлық су қашырту | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 4. Булану мен инфильтрация кететін ағындының шығындары | 12,0 | 11,0 | 10,0 |
| 5. Ресейге транспорттық-энергетикалық су қашырту | 12,2 | 12,2 | 12,2 |
| 6. Көктемгі су тасудың реттелмейтін ағындысы | 4,5 | 4,0 | 3,0 |
| Барлығы - Шығыс | 103,2 | 101,2 | 94,7 |
| Айырмашылығы (Кіріс – Шығыс) | –7,7 | –30,1 | –41,5 |

*Ескерту: – теңдестіктің кіріс бөлігінде пайдалынатын жерасты сулары, қайтымды сулар және су қоймалардың жұмысы ескерілмеген.*

2020 жылға табиғи-экологиялық алаптар мен келешек су шаруашылық теңдестікті алдын-ала бағалау бойынша Қазақстан аумағын аудандастыру мысалында, келесідей негізін қалаушы қорытындыларды белгілеуге болады:

1. су шаруашылық аудандастыруды орындау кезінде аумақ табиғи шарттарының барлық алуан түрлілігі есепке алыну керек;

2. өзен жүйелерін кешенді қайта қалыптастырудың Бас сұлбасында сулылығы бойынша (қуаңшылық, орташа және суы мол кезеңдер) әртүрлі нұсқалар міндетті түрде қарастырылу керек;

3. су шаруашылық аудандастыру және оның негізінде өнеркәсіптерді орналастыру жоспарлары өзен алаптарында табиғи-шаруашылық жүйелерді аймақтық пайдалану мен сақтау үшін су ресурстарын ұтымды басқару үлгілерін құруға мүмкіндік береді;

4. баяндалған шарттарды толық орындалуы аумақтардың су және жер ресурстарын пайдалануды ұзақ уақыттық экономикалық және экологиялық жоспарлауға өтуге себеп болады.

**6.3 Қазақстанның өзен ағындысының қауіпсіздігі мен су тәуелсіздігінің өлшемдері**

Кейбір зерттеушілердің пікірі бойынша қазіргі жүзжылдықты «су мәселелері ғасыры» деп атауға болады. Тұщы су екпіндеп табиғи ресурстардың ең тапшы ресурсы болуда, ол тіпті тауарға айналып және халықаралық нарық қалыптасты. Әлемдегі су мәселелерінің күшеюі және тұщы суды тұтынудың жоғарлауы жағдайында БҰҰ 2005-2015 жылдарға «Өмір үшін су» Халықаралық әрекет онжылдығын жариялады. Әсіресе, бұл су ресурстары халықаралық саясаттың факторына айналған трансшекаралық алаптар үшін күрделі болды. Соңғы жарты ғасырда 500 астам мемлекет аралық дауларды реттеу үшін шамамен 200 келісім-шарттар талқыланып және қол қойылған (И. Мальковский, 2012 ж.).

Осыған байланысты, өзен ағындысын аумақтық қайта үлестірімі контененттерде тәжірибелік таралуы басталды, сумен қамтылған аудандардан суға өте тапшы аудандарға өзен ағындысын қашырту бойынша жобалар дайындалып және жүзеге асырылуда. Мысалы, Солтүстік Америкада Канада мен АҚШ солтүстік өзендерінің су ресурстарын оңтүстік штаттар мен Мексиканың солтүстігіне қашырту қаралуда; Қытайда Хуанзе және Янцзы өзендерін ұзақ километрлік каналмен біріктіру жоспарлануда; Үндістанда 2016 жылға қарай елдің барлық өзендерін бірыңғай су жүйесііне біріктіру жобасы дайындалуда. Сонымен қатар, өзен ағындысын қайта үлестірудің аумақ аралық каналдар пайдаланылады, мысалы, Қазақстанда Ертіс-Қарағанды каналы. Мамандардың пікірі бойынша қазіргі уақытта әлемдегі су ресурстарының ірі масштабты қашыртудың барлық түрлерінің жиынтық көлемі шамамен 500 км3/жыл құрайды. Бұл мақсаттар үшін тек алаптар аралық қайта үлестіру ғана емес, сонымен қатар, суды құбырлар және туннелдер – топтық су құбырлар арқылы тасымалдау пайдалынады.

Біздің елімізде су мәселелерінің шиелінісуін ескеріп, ҚР БжҒМ География Институты осы ғасырдың басында «Антропогендік және климаттық шарттардың әсерінен өзгерген Қазақстанның су ресурстарын бағалау және табиғи суларын пайдалану болжамы» ғылыми-техникалық бағдарламасын дайындап және басқарды, бұл бағдарламаны орындауға әл-Фараби атындағы ҚазҰУ құрлық гидрологиясы кафедрасы да қатысты.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде, елдің су қамтамасыздығының күрт нашарлауының негізгі себептері анықталды: 1) климаттың жаһандық және аймақтық өзгерістері; 2) су қайтару технологияларын және суды реттеу мен су тұтынудың құралдарын пайдалану; 3) экожүйелердегі су сапасының нашарлауы; 4) көршілес мемлекеттермен халықаралық су қатынастарының келіспеушіліктер мен шиеліністері.

Алынған ақпараттар нәтижесінде су ресурстары мен **Қазақстанның су тәуелсіздігін қамтамасыз етуге** бағытталған су қорғау жоспарларын жүзеге асыру ұйғарылды:

1 – су тартатын өндірістерді пайдалануды азайту және заманауи технологияларды кеңейту;

2 – өндірісте, тұрмыстық және ауыл шаруашылықтарда (әсіресе, суармалы егіншілікте) тұщы суды тұтынуды қысқарту;

3 – су заңнамасын қатаң сақтау және оны жетілдіру есебінен өзен экожүйелерінің экологиялық тұрақтылығын қалпына келтіру;

4 – трансшекарылқ өзен алаптарының су ресурстарын пайдалану бойынша халықаралық ұзақ мерзімді келісім шарттарды жасау;

5 – Ресейден Қазақстанға алаптар аралық өзен ағындысын қашыртуды жоспарлау мен жүзеге асыру.

Соңғы екі тармақты тек Ұлтаралық үкіметтік келісім шарттар шегінде ғана мүмкін болатынын атап кету керек. Алғашқы үш тармақтар мүдделі Министрлік шегінде үкіметтік деңгейде шешіледі.

Қазіргі уақытта көптеген шетел мемлекеттерінде экономикалық даму мүдделерін өзен алаптарының экологиялық тұрақтылығы мен табиғатты қорғау тиімдігілігімен тығыз байланыстарады. ҚР БжҒМ География институтының мәліметтері бойынша мемлекеттің беттік су нысандарына жылына шамамен 200 млн. м3 ластанған ақаба сулары тасталады, мұндай ағындыға Шығыс Қазақстан, Павлодар және Қарағады облыстарының өндірістік кәсіпорындары ең жоғары меншікті көлемді енгізеді. Сондықтан, Қазақстан үшін су ресурстарын бақылау су экожүйелерінің экологиялық қорғанышы және өзендер мен көлдерге бұрынғы су тазалығын қайтару қабілетін де білдіру керек. Мұндай саясат заңнамалық күшке ие болу керек.

**Су қорғау мекемелері – бұл алаптық су шаруашылық бірлестіктер, олар жүйелерді басқарудың қажетті шараларын жоспарлап және оларды жүзеге асырып және су сапасына байқау жасау керек.**

Су қорын пайдалану мен қорғау саласындағы мемлекеттік бақылаудың заманауи республикалық жүйесі ҚР Су кодексі, ҚР «Әкімшілік құқық бұзушылық туралы» Кодесі, ҚР «Халықтың санитарлық-эпидемиологиялық салауаттылығы туралы» заңы, ҚР «Қоршаған ортаны қорғау туралы» заңы және басқа да ҚР Үкіметінің Қаулыларына негізделеді.

Бақылау-үйлестіру орталығы ретінде РМК «Казгидромет» құрамында «Қоршаған ортаны экологиялық мониторингілеу орталығы» (ҚОЭКО) ұйымдастырылған. Аталған мекеменің басты міндеттері:

1 – өз құзыреттері шегінде барлық министрліктер, агенттіктер, мекемелер қызметін өзара байланыстыру және үйлестіру;

2 – қандай да бір шаруашылық немесе басқа да қызметтің әсерінен өзгеруін және жағдайын бақылау және сонымен қатар, су қорғау шараларының орындалуын тексеру;

3 – су қорын пайдалану тәртібін орнату және оны есептеу;

4 – суды қорғау бойынша міндеттерін орындау және су нысандарына зиянды заттардың ықпалын жою;

5 –барлық заңды және жеке тұлғалардың ҚР су заңы талаптарын ұстануды қадағылау.

Өзен және су тоған сулары тазалығын сақтау мен қалпына келтіру үшін келесі шараларды орындау қажет:

а) өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық өндірістердің технологияларын өзгерту және жетілдіру, су қашыртуды азайту мақсаттарында су аз және сусыз технологияларды дайындау мен енгізу;

ә) тұрмыстық және өндірістік ағындыларыд толық тазартуды қамтамасыз ету;

б) айналамы сумен қамтамасыз етуді кеңінен пайдалану, өзендерге тасталатын тазартылған ақаба суларды қайта пайдалану.

Су тұтыну мен су пайдалану үшін төлем ақыны және сонымен қатар, ақаба суларды су тоғандарға тасғаны үшін айыппұлды жетілдіру су ресурстарын басқарудағы маңызды экономикалық негізге айналу керек. Мұндай шаралар өзен ағындысын тұтынушылармен нарықтық қатынастарды орнатуға және су шаруашылық шараларды жүзеге асыруға қаржыны жинақтауға мүмкіндік береді.

Сонымен, Қазақстан аумағында су ресурстарын басқару нақты әрекеттерді жүзеге асыруды қамтиды – өзен және су тоған алаптарында әртүрлі өндіріс орындарын орланастыруын ескеру арқылы су қорғау шараларының мемлекеттік жоспарларын дайындау мен жүзеге асыру.

**6.4 Су ресурстарын басқару**

Қазіргі уақытта ұтымды басқару теориясы көптеген техникалық міндеттерді шешуде кеңінен қолданыс табуда. Ол гидрологияла өзен алаптары су ресурстарын шаруашылық қызметтің әртүрлі салалары ықпалын бағалау, алаптар аралық ағынды жіберу салдарының өзендердің гидрологиялық режимге әсерін бағалау, суару-құрғату шаралары мен агроормандық мелиорациялардың әсерінен су ағындары режимінің өзгерісін болжамдық бағалау және сонымен қатар, басқа тәжірибелік міндеттерлі шешу, су нысандарына қатысты басқару теориясының жаңа талаптарын дайындау немесе жаңарту үшін қолданылады.

Басқару теориясында негізі зейін өз параметрлерін сандық өзгерістерге ұшыратын **кіріс** және **шығыс** жүйелеріне жинақталған. Мысалы, өзен алабында ағындының белгілі режимін құруды шығыс параметрлері (ағынды және булану) қажетті мәндерді қабылдайтын кіріс параметрлерінің үздіксіз топтамасы ретінде қарастыруға болады. Сондықтан, қабылданған үлгінің негізгі міндеттерінің бірі аталған алапта нақты уақытта қабылданған шешімдердің салдарын болжауды қамтамасыз ететін ағынды режимін сипаттау. Соңғы қорытынды, мұндай реттілік тәжірибе жүзінде зерттелетін өзен алабында ағынды режимін сипаттайтын математикалық үлгілерді тұрғызуға мүмкіндік береді. Үлгі физикалық жағынан негізделген, қарапайым пішінге ие, нысанға ұқсас және сәйкес сенімді бақылау мәліметтерімен қамтылған болуы керек. Сондай-ақ, теңдестік принциптері негізінде қарапайым үлгілерді тұрғызу.

Өзен алабы немесе оның су ресурстары, басқару нысаны ретінде, әдетте, кіріс-шығыс жүйесін пайдалану арқылы қоршаған табиғи ортамен өзара байланысы қарастырылады (сурет 6).

Қоршаған табиғи орта

Кіріс

Өзен алабы

Шығыс

Сурет 6. Өзен алабының қоршаған табиғи ортамен өзара байланысы

Су ресурстары ықпал етуші барлық мүмкін болатын әсерлерді кіріс сипаттамаларға: күн радиациясының келуі, атмосфералық жауын-шашындар, төселме беттің ылғалдылығы және температурасы, өзен алабының ылғалдану шарттары және т.б. жатады. Шығыс айнымалыларға – су жинау алабындағы булану, ағынды және ылғал алмасудың басқа да элементтері.

Антропогендік ықпал шарттарын үлгілеу арқылы кіріс параметрлердің бөлігін басқаруға болады. Бірақ, бақылаулардың нақты мәліметтерін пайдаланған және олардың негізінде **нақты уақыт аралығы** үшін кіріс және шығыстар өлшенетін эмпирикалық байланыстарды орнатқан кезде ғана мұндай болжамды жасауға болады. Мысалы, Т уақытының орташа-көпжылдық кезеңі үшін өзен алабының су теңдестігі теңдеуін дифференциалды үлгілеу негізі келесі түрге ие:

= + , (56)

мұндағы, *X, Y, E* – сәйкесінш, жауын-шашындар, ағынды және булану.

Өзен алабындағы ылғал алмасу үдерістерін бағалау үшін (46) теңдеудің математикалық шешімі және программист-жобалаушылардың біртепдеп логистикалық іс-әрекеттері адамдың шаруашылық қызметінің алуан түрлері кезінде су ресурстарын басқару үлгілерінің ең нәтижелі және ұтымды нұсқаларын таңдауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда қарастырылған, су ресурстарын реттеу мен ұтымды пайдалану үдерістерін үлгілеу жүйелері қолданылатын табиғатты ұтымды пайдалану теориясы логистиканы зерттеудің негізгі принциптері мен әдістемесіне ұқсас. Дегенмен, қайта қалпына келген өзен ағындысын оңтайландыру үшін, 5.2 тарауда сипатталған сияқты су нысандарының режимі аумақтағы өнеркәсіптің басты нақты тармағына бағытталған болуы керек, яғни, аумақтың экономикалық дамуы су тұтынудың нақты режиміне арналған болу керек.

**Логистика – шикізат көзінен соңғы тұтынушыға дейін материалдық және ілеспе ағындардың қозғалысын ұйымдастыру, басқару және оңтайландырумен байланысты ғылыми және тәжірибелік қызмет** (Т.И. Савинкова, 2008). Су шаруашылығының мәселелерін шешуде логистика әдістемесінің ұқсастығы мен қолданылуы мақсаттарды біріктіруге негізделеді, себебі, екі жағдайда да материалдық қор (логистикада – шикізат, су шаруашылығында - су) мен ағындарды басқару мен оңтайландыру тәсілдері зерттеледі. Сонымен қатар, логистикада маңызды сипаттама «ағындының қарқындылығы» - бірлік уақыты ішінде өнімнің көлемдік және массалық көрсеткіштері. Тәжірибелік гидрологияда ұқсас сипаттама су өтімі көлемдері және тұтынушылар арасында судың үлестірілуі.

Қазақстанның дала зонасында өзен алаптарын қайта қалпына келтіру кезінде су ресурстарын пайдалану өзен ағындысы мен су тұтынушылардың арасында аумақтық және уақыттық теңгерімсіздікке әкеледі. Мұндай аудандарда су және пайдаланынатын жер ресурстары арасындағы ұтымды ара-қатынастары мәселесі өте өзекті болады. Сондықтан, су ресурстарын басқаруда тиімді нұсқаларын таңдау өзен ағындысын және суармалы жерлер қорын пайдалану қатаң шектейтелетін логистика принциптеріне негізделу керек.

Қорлардың дәрежесіне қатысты да нақты ұқсастық бар: логистикада ағымдағы, сақтандырушы, мерзімдік және ауыспалы бос қорлар, ал су шаруашылығында - ағымдағы, мерзімдік, көпжылдық, су қорлары және оларға сәйкес келетін су қоймалар түрлері. Осы қорларды пайдалану ең жоғары мәндерінен ең аз мәндеріне қарай жүреді. Су қорының ресурстарын басқару су ресурстарына қажеттіліктерді болжау мен қорлардың ұтымды шамаларын есептеуден басталады.

Қорлар *dt* уақыты үшін кіріс ағын *Ркіріс* (*t*) мен шығыс ағындар *Ршығыс* (*t*) көлемінің өзгерісін сипаттайды. Тәжірибеде бұл өзгерістер теңдестік типті теңдеуді көрсетеді, ол табиғаттағы материяның сақталу заңының математикалық шамасы:

*Ркіріс*–*Ршығыс + Sшығындар* = *ΔS* , *ΔS = Sб*  – *Sс*, (57)

мұндағы *Sшығын* – *dt* кезеңі және қорларды сақтау кезеңі үшін ағын қоры шығындарының шамасы, *ΔS* – осы кезең үшін қорлардың өзгерістері; *Sб* және *Sс* – сәйкесінше, есептік кезеңнің басы мен соңына ағын көлемінің өлшемдері.

Гидрологияда *ΔS* шамасы белгілі бір уақыт үшін алапта су ресурстары қорларының жиналуын сипаттайды, егер *Sб* > *Sс* болса, экожүйеде су қорларының көбеюі, *Sб* < *Sс* болса, экожүйеде су қорларының азаюы.

Жалпы алғанда *dt* уақыты үшін *ΔS* шамасы ең жоғары *ΔSMAX* шамаларынан ең аз *ΔSMIN*.шамаларына дейін өзгереді. Су шаруашылығында *ΔSMAX* – көктемгі су тасудың ағындысы, су қойманың пайдалы көлемі және т.б., ал *ΔSMIN* – өзендердергі санитарлық ағынды көлемі, су қойманың өлі көлемі.

Жоғарыда айтылған, су ресурстары қорларын басқаруға жасалатын шама жан-жақты негізделген және оңтайландырылған болуы керек. Тәжірибелік гидрологияда оңтайландыру экономикалық критерийлерін есепке алу арқылы су шаруашылық субъекттер арасында суды үлестірудің ең ұтымды нұсқасын таңдау үдерісін түсіндіреді. Соңғысы ретінде гидротехникалық имараттарды тұрғыщуға шығындар, пайдалану шығындары, пайда және т.б. көрсеткіштерді қабылдайды.

**Қорытынды**

Қазіргі уақытта су ресурстары ірі табиғи-шаруашылық жүйелер және елдің экономикалық және экологиялық дамуының құраушысы бөлігі. Осы жүйелерді пайдалану жоспарларын дайындау, қайта жетілдіру және басқару мемлекеттік масштабта осы шараларды ғылыми және су шаруашылық негіздеуде маңызды орынға ие бола бастады.

Оқу құралында аталған курсты оқитын студенттер меңгеруі қажет негізін қалаушы талаптар келесідей баяндалған:

1. Өзен желісінің кез-келген элементін қайта қалыптастыру су нысаның қоршаған ортамен өзара байланысын шарасыз қайта орнатуға әкеледі, су массасында физикалық, биологиялық және геохимиялық үдерістерді өзгертеді. Қоршаған орта табиғи құбылыстар мен ресурстардың жиынтығы және биосфераның элементі ретінде ғылыми-техникалық үдеріс ғасырында өте «жаралы» нәтижесінде «қымбаттайды». Сондықтан, өзен желілерін қайта қалыптастыру мәселелерін шешуде табиғи ресурстар: су, жер, орман, қазбалар, флоар мен фауна және т.б. құны мен баға мәселелері үлкен мағынаға ие.

2. Табиғи-шаруашылық болашақта тұтыну субъектілері бойынша су ресурстары үлестірімінде жиірек өндірістердің басты салаларының ауысуы жүреді. Өзендерді кешенді пайдалану кезінде болашақ экономикалық және экологиялық жоспарлаудың мемлекеттік мүддесіне негізделген бас су тұтынушыны белгілеу керек.

3. Гидрологиялық және климаттық факторларды және су ресурстарын мемлекеттік есептеудің бірыңғай жүйесін жоспарлаған Аумақтардың экономикалық дамуының бас стратегиясымен бірге кешенді пайдалану өзен жүйелерін қайта қалпына келтіру мен басқарудың физикалық жағынан негізделген математикалық үлгілерді дайындауға негіз болады.

4. Су ресурстарын кешенді пайдалану және қорғаудың бас сұлбаларын айтарлықтай үлкен уақыттарға құрастыру 30-50 жылдар қажет.

5. Жеке аймақтардың су шаруашылық жүйелерін тұрғызғаннан кейін, өзен алаптарын қалпына келтірудің қорытынды мақсаты елдің бірыңғай су шаруашылық жүесін ұйымдастыру.

6. Барлық су шаруашылық жүйелердің басты міндеттері өзен ағындысын уақыт және кеңістік бойынша тиімді үлестірімі, жеке жылдар және жылдар тобы үшін нақты шаруашылық және табиғи шарттарды ескере отырып, экономиканың әртүрлі салалары және жеке аймақтардың мүдделері үшін оны жоспарлау және дипетчерлік реттеу.

7. Ресурстық-табиғаттық және экономикалық жоспарлардағы халықаралық ынтымақтастық көршілес мемлекеттердің су шаруашылық абаттануына бағытталуы қажет.

**Әдебиеттер**

1. Вендров С.Л. Проблемы преобразования речного стока СССР. – Л., Гидрометеоиздат , 1979. – 208 с.

2. Соколов А.А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. – Л., Гидрометеоиздат, 1986. – 167 с.

3. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л., Гидрометеоиздат , 1989. – 334 с.

4. Хевлинг Г. Тревога в 2000 году. – М., Мысль, 1990. – 272 с.

5. Турсунов А.А. Гидроэкологические проблемы Республики Казахстан. // Сб.: Гидроэкологические проблемы проблемы использования водных ресурсов Казахстана. Под ред. Сарсенбаева М.Х. //. – Алматы, изд. Қазақ университетi, 1998, с. 3 – 22 с.

6. Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Водные ресурсы Республики Казахстан и их экологическое состояние. // Сб.: Географическая наука в Казахстане: результаты и пути развития. // – Алматы, 2000, с. 143– 150.

7. Сарсенбеков Т.Т., Кожаков А.Е. Международно–правовые аспекты использования и охраны трансграничных рек. – Алматы, изд. «Атамура», 2003. – 310 с.

8. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии (обзор). – Алматы, 2004. – 132.

9. Проблемы и перспективы развития нормативной базы качества вод. – Алматы, изд. «Қанагат», 2006. – 296 с.

10. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Критерии гидроэкологической безопасности бассейновых природно–хозяйственных систем Казахстана. // Журнал ТЕРРА, вып. 1// – Алматы, 2006, с. 106–112.

11. Сарсенбаев М.Х., Баженов М.Г., Жанпеисова С.Р. Логистическое управление водными и земельными ресурсами в степной зоне Казахстана. // Гидрометеорология и экология, № 2 // – Алматы, 2009, с. 132–143.