

Су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндіру

ЖАРИЯЛАНДЫ
28.10.2025

СІЛТЕМЕ
<https://bilimger.kz/183590/>

Орынбай Еркебұлан Ғалымжанұлы

М.Х.Дулати атындағы Тараз университеті,
БВ01502 «Физика мұғалімдерін даярлау» мамандығының 4-курс студенті

Оразымбетова Г.Х.

М.Х.Дулати атындағы Тараз университеті,
«Физика және информатика» кафедрасының аға оқытушысы

Аңдатпа: Бұл мақалада су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндірудің ғылыми негіздері, Қазақстандағы гидроэнергетикалық әлеует және болашақтағы даму перспективалары қарастырылған. Су энергетикасының табиғи заңдылықтары, гидроэлектр станцияларының құрылымы, энергия түрлендіру процесі және заманауи технологияларды қолдану әдістері талданған. Сонымен қатар, гидроэнергетиканың экологиялық және әлеуметтік аспектілері, экожүйелерге әсері, қауіпсіздік мәселелері және халыққа әсері қарастырылған. Мақалада кіші және орта қуатты ГЭС жобаларының маңызы, гибридік жүйелерді енгізу, жасыл технологиялар мен цифрландырудың рөлі, сондай-ақ халықаралық тәжірибе арқылы Қазақстан үшін энергетикалық қауіпсіздік пен тұрақты дамуды қамтамасыз ету жолдары ұсынылған. Жұмыстың нәтижесі су энергетикасын дамытудың ғылыми негіздерін көрсетуге, экологиялық тұрғыдан тиімді және экономикалық тұрғыдан орнықты шешімдерді анықтауға бағытталған.

Аннотация: В данной статье рассматриваются научные основы производства электрической энергии с использованием водных ресурсов, гидроэнергетический потенциал Казахстана и перспективы его дальнейшего развития. Проанализированы природные закономерности гидроэнергетики, конструкция гидроэлектростанций, процесс преобразования энергии и методы применения современных технологий. Также освещены экологические и социальные аспекты гидроэнергетики, влияние на

экосистемы, вопросы безопасности и воздействие на население. Особое внимание уделено значению малых и средних ГЭС, внедрению гибридных систем, роли «зелёных» технологий и цифровизации, а также изучению международного опыта для обеспечения энергетической безопасности и устойчивого развития Казахстана. Результаты работы направлены на выявление научных основ развития гидроэнергетики и определение экологически и экономически устойчивых решений.

Abstract: This article explores the scientific principles of electricity generation using water resources, the hydroelectric potential of Kazakhstan, and its future development prospects. The study analyzes the natural laws of hydropower, the structure of hydroelectric power plants, the energy conversion process, and the methods of implementing modern technologies. Additionally, the ecological and social aspects of hydropower, its impact on ecosystems, safety issues, and effects on local communities are examined. The significance of small and medium-sized hydroelectric plants, the integration of hybrid systems, the role of green technologies and digitalization, as well as lessons from international experience, are highlighted to ensure Kazakhstan's energy security and sustainable development. The findings aim to provide a scientific basis for the development of hydropower and identify environmentally and economically sustainable solutions.

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда жаһандық деңгейде энергетикалық қауіпсіздік пен экологиялық тұрақтылық мәселелері күн тәртібінде тұр. Әлем елдері қазбалы отын қорларының азаюына және климаттың өзгеруіне байланысты баламалы энергия көздерін іздестіруге ерекше көңіл бөлуде. Солардың ішінде су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндіру – ең тиімді және экологиялық тұрғыдан таза бағыттардың бірі болып саналады. Гидроэнергетика – табиғи судың ағысын пайдалана отырып, оның механикалық энергиясын электр энергиясына айналдыратын маңызды сала.

Су ресурстары – жаңартылатын, сарқылмайтын энергия көзі. Бұл олардың көмір мен мұнай сияқты дәстүрлі ресурстардан басты айырмашылығы болып табылады. Су энергиясын пайдалану атмосфераға зиянды қалдықтардың таралуын азайтып, экожүйеге түсетін ауыртпалықты төмендетеді. Сонымен қатар, гидроэнергетика экономикалық тиімділігімен, ұзақ мерзімді жұмыс істеу қабілетімен және тұрақты энергия өндіруімен ерекшеленеді.

Тақырыптың өзектілігі.

Қазақстанда су ресурстарын тиімді пайдалану мәселесі ерекше маңызға ие. Ел аумағында Ертіс, Іле, Сырдария, Шу және Тобыл сияқты ірі өзендер бар, олардың энергетикалық әлеуеті зор. Дегенмен, қазіргі таңда гидроэнергетика жалпы энергия өндірісінің аз ғана бөлігін құрайды. Энергетикалық қауіпсіздік пен экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін су энергиясын өндіру саласын дамыту — уақыт

талабы. Бұл мәселенің өзектілігі табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, жасыл экономикаға көшу және көміртек ізін азайту қажеттілігімен тікелей байланысты.

Зерттеу мақсаты.

Бұл мақаланың мақсаты — су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндірудің ғылыми негіздерін талдау, Қазақстандағы гидроэнергетикалық әлеуетті анықтау және осы бағыттағы болашақ даму перспективаларын айқындау.

Зерттеу міндеттері:

- Су энергиясының табиғи негіздері мен физикалық заңдылықтарын сипаттау;
- Гидроэнергетиканың даму тарихы мен қазіргі жағдайын талдау;
- Қазақстандағы су ресурстарының энергетикалық әлеуетін анықтау;
- Су электр станцияларының құрылымы мен жұмыс істеу принципін түсіндіру;
- Су энергиясын өндірудің экологиялық және әлеуметтік салдарын бағалау;
- Инновациялық және заманауи технологиялардың тиімділігін зерттеу;
- Қазақстан үшін гидроэнергетиканы дамыту жолдарын ұсыну.

Зерттеу нысаны: су ресурстарын пайдалану арқылы энергия өндіру үдерісі.

Зерттеу пәні: гидроэнергетика саласындағы экологиялық, техникалық және экономикалық аспектілер.

Ғылыми жаңалығы.

Мақалада Қазақстандағы су энергетикасының қазіргі жағдайы мен болашағына кешенді көзқарас беріліп, халықаралық тәжірибелермен салыстырмалы талдау жасалады. Жаңартылатын энергия көздерін дамытудың ұлттық стратегиясына сүйене отырып, гидроэнергетиканы тұрақты дамудың маңызды факторы ретінде қарастыру ұсынылады.

Бұл зерттеу су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндірудің маңыздылығын ғылыми және практикалық тұрғыда негіздеуге бағытталған. Мақала экологиялық таза энергия көздерін дамытуға, табиғатты қорғауға және Қазақстанның энергетикалық тәуелсіздігін арттыруға үлес қосуға арналған.

Су энергиясы – бұл өзендер, көлдер мен су қоймаларының ағысы арқылы алынатын табиғи энергия. Оның негізі физикалық заңдылықтарға сүйенеді: ағынды су кинетикалық және потенциалдық энергияны жинақтап, турбиналар арқылы электр энергиясына айналады. Бұл процесс термоядролық немесе қазбалы отынға қарағанда әлдеқайда таза және экологиялық қауіпсіз, себебі атмосфераға зиянды газдар шығармайды. Су энергиясының тиімділігі оның физикалық тұрақтылығына және жаңартылатын табиғи цикліне байланысты.

Гидроэнергетика ұғымы адамзат тарихында ұзақ даму және қалыптасу кезеңінен өтті. Бастапқыда судың энергиясын механикалық жұмыстарға пайдаланып, диірмендер мен ирригациялық жүйелерді іске қосқан. Жиырмамыншы ғасырда гидроэлектр станциялар пайда болып, судың кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыру технологиясы дамыды. Бүгінде гидроэнергетика әлемдік энергетикалық балансқа айтарлықтай үлес қосып, көптеген елдердің электр энергиясының негізгі көзіне айналды.

Әлемде гидроэнергетика саласы тез дамуда. 2024 жылғы мәліметтер бойынша, әлемдегі жалпы электр энергиясының шамамен 16%-ы су көздерінен өндіріледі. Бұл көрсеткіш әр елде әртүрлі: Норвегия мен Канадада бұл үлес 90 пайыздан асып, дамушы елдерде әлі де төмен. Су энергетикасының бұл үлесі тұрақты дамудың көрсеткіші ретінде қарастырылады, себебі, ол қазбалы отынға туелділікті азайтып, климаттың өзгеруіне қарсы күресте маңызды рөл атқарады.

Су энергиясының басты артықшылықтарының бірі – оның экологиялық таза болуы. Су электр станциялары атмосфераға зиянды заттар шығармайды, ауа сапасын жақсартады және климатқа кері әсер етпейді. Гидроэлектр станцияларының экономикалық тиімділігі де жоғары: ұзақ мерзімге инвестиция салған жағдайда электр энергиясын салыстырмалы түрде төмен бағамен өндіруге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе шалғай елді мекендерді энергиямен қамтамасыз ету үшін тиімді. Су энергиясын пайдалану экономикалық тұрғыдан да тиімді. Су электр станциялары жұмыс істеп тұрған кезде жанармай шығындары жоқ, техникалық қызмет көрсету шығындары салыстырмалы түрде аз, ал ұзақ мерзімде энергия құны тұрақты. Дегенмен де, су энергиясын өндіруде шектеулер мен тәуекелдер де бар. Су қоймалары мен гидроқұрылымдар экожүйеге әсер етеді: өзен ағысының табиғи режимін өзгертіп, кейбір жануарлар мен балықтардың миграциясын қиындатады. Ірі жобаларды іске қосу кезінде халықтың көшуі, жергілікті инфрақұрылымға әсері және техникалық қауіпсіздік мәселелері туындайды. Сондықтан гидроэнергетикалық жобаларды жоспарлау кезінде экологиялық және әлеуметтік аспектілерді ескеру маңызды болып саналады.

Еліміздің гидрологиялық әлеуеті айтарлықтай мол. Ел аумағында 60-тан астам өзен бар, олардың ішінде Ертіс, Іле, Шу, Сырдария өзендері энергетикалық тұрғыдан маңызды. Қазақстандағы су ресурстарының көпшілігі трансшекаралық сипатқа ие болғандықтан, су көлемін тиімді пайдалану үшін халықаралық келісімдер мен ішкі саясат маңызды рөл атқарады. Су ресурстарын басқару Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігі үшін шешуші фактор болып табылады.

Ірі өзендер мен су қоймаларының энергетикалық маңызы ерекше. Ертіс өзенінің гидроқұрылымдары солтүстік өңірлерді электр энергиясымен қамтамасыз етсе, Іле өзені мен Қапшағай су қоймасы Алматы және Жетісу облыстарын энергиямен қамтамасыз етеді. Шу мен Сырдария өзендері оңтүстік өңірлерде ауыл шаруашылығын және сумен

қамтуды реттеуде маңызды рөл атқарады. Осылайша, су ресурстарының энергетикалық әлеуеті аймақтық энергетикалық теңгерім үшін шешуші болып саналады.

Республикамызда жұмыс істеп тұрған бірнеше ірі су электр станциялары бар. Қапшағай ГЭС алматы облысында, Бұқтырма ГЭС Шығыс Қазақстанда, Шардара ГЭС Оңтүстік Қазақстанда орналасқан. Шағын ГЭС жобалары шалғай ауылдарды энергиямен қамтамасыз етуге бағытталған.

Су электр станциясы – судың потенциалдық және кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыратын күрделі инженерлік құрылым. Оның негізгі бөлігі – су қоймасы мен бөгет. Бөгет судың ағысын тежеп, биіктегі қысым айырмасын жасайды. Осы қысым энергиясы арнайы канал арқылы турбинаға бағытталады. Турбина судың қозғалыс күшін пайдаланып айнала бастайды, ал оның айналмалы қозғалысы механикалық энергияны электр энергиясына түрлендірудің бастапқы кезеңі болып табылады.

ГЭС құрылымындағы ең маңызды элементтердің бірі – турбина. Турбиналар су ағысының бағыты мен қысымына байланысты түрлі типте болады: радиалды, осьтік және аралас ағынды. Турбинамен бірге генератор жұмыс істейді, ол айналмалы қозғалыстан электр энергиясын өндіреді.

Энергия түрлендіру процесі өте нақты физикалық заңдылықтарға бағынады. Су жоғары деңгейден төменге түскен кезде оның потенциалдық энергиясы кинетикалық энергияға айналады, ал бұл энергия турбина қалақшаларын айналдырады. Турбинаның айналу осі генератормен тікелей байланысқандықтан, турбинаның қозғалысы нәтижесінде генератор электр тогын өндіреді. Алынған электр энергиясы трансформатор арқылы кернеуі жоғары тоққа түрленіп, ұлттық желісіне беріледі.

Қазіргі заманғы гидроэнергетикада технологиялар жыл сайын жетілдіріліп келеді. Заманауи су электр станцияларында цифрлық бақылау жүйелері, автоматтандырылған басқару пульттері мен смарт-датчиктер қолданылады. Бұл құрылғылар су деңгейін, турбина айналымын, қысым мен температураны нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді.

Кіші және орта қуатты су электр станцияларының маңызы соңғы жылдары ерекше артты. Олар ірі өзендерде емес, шағын ағынды сулар мен тау бұлақтарында орнатылады. Мұндай ГЭС-тер ауылдық аймақтарды, шалғай елді мекендерді электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін өте тиімді. Оладың құрылысы арзанырақ, экологиялық ізі аз және табиғи ландшафқа көп зиян келтірмейді. Кіші ГЭС-тер тұрақты дамудың жергілікті деңгейдегі баламасы ретінде қарастырылады.

Автоматтандыру және цифрландыру гидроэнергетиканың келешегін айқындайтын басты бағыттардың бірі. Интеллектуалды басқару жүйелері станция жұмысын қашықтан

бақылауға, ақауларды ерте анықтауға және энергия өндіру процесін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл тек тиімділікті арттырып қана қоймай, апаттық жағдайлардың алдын алуға көмектеседі. Цифрлық технологиялар енгізілген заманауи ГЭС-тер экологиялық қауіпсіз әрі экономикалық тұрғыдан үнемді бола түсуде.

Су электр станциялары табиғи экожүйеге белгілі бір деңгейде әсер етеді. Өзен ағысының бағыты мен жылдамдығы өзгергенде, өзеннің табиғи тіршілік ортасы да өзгереді. Бұл өз кезегінде су жануарларының өмір сүруіне, әсіресе балықтардың көшу жолдарына кері әсерін тигізуі мүмкін. Кейбір түрлер өздерінің табиғи уылдырық шашу аймақтарына жете алмай, экожүйелік тепе-теңдік бұзылады. Сондықтан көптеген елдерде балық өтетін арналар мен арнайы шлюздер салу тәжірибесі енгізілген.

Су қоймаларының пайда болуы аймақтың климаттық жағдайына да ықпал етеді. Үлкен су айдындары булануды күшейтіп, жергілікті ауа ылғалдылығын арттырады. Кейбір өңірлерде бұл құбылыс ауыл шаруашылығына оң әсерін тигізсе, басқа жерлерде микроклиматтың өзгеруінен экологиялық тепе-теңдік бұзылуы мүмкін. Ірі су қоймаларының түзілуі кезінде топырақ эрозиясы мен су балансы да өзгерістерге ұшырайды.

Қауіпсіздік және техногендік тәуекелдер - гидроэнергетикадағы маңызды мәселелердің бірі. Бөгеттердің бұзылуы немесе судың артық жиналуы табиғи апаттарға әкелуі мүмкін. Сондықтан ГЭС құрылысы кезінде инженерлік есептер мен экологиялық сараптама міндетті түрде жүргізіледі. Қазіргі кезде қауіпсіздік жүйелері автоматтандырылған түрде жұмыс істейді, судың деңгейі мен қысым көрсеткіштері үнемі бақыланып отырады.

Су қоймалары мен гидроқұрылымдардың салынуы кейде әлеуметтік мәселелерді де туындатады. Ірі жобалар кезінде кейбір аймақ тұрғындарын көшіру қажеттілігі пайда болады. Бұл өз кезегінде халықтың әлеуметтік жағдайына, мәдени мұрасына және тұрмыс салтына әсер етуі мүмкін. Халықаралық тәжірибеде ГЭС салу кезінде әлеуметтік жауапкершілік пен қоғаммен келісім қағидалары ерекше ескеріледі.

Экологиялық тепе-теңдікті сақтау су энергетикасын дамытудың басты шарты болып табылады. Ол үшін су қоймаларының айналасын көгалдандыру, балық популяциясын қалпына келтіру, су сапасын бақылау және биоалуантүрлілікті сақтау бағытындағы шаралар жүйелі түрде жүргізілуі тиіс. Табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мен энергия үнемдеу мәдениетін қалыптастыру арқылы гидроэнергетиканың тұрақты дамуын қамтамасыз етуге болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі кезеңде әлемдік энергетика жүйесі жаңартылатын энергия көздеріне көшу бағытын басты стратегиялық мақсат ретінде қабылдаған. Осы үдерісте су ресурстарын

тиімді пайдалану арқылы электр энергиясын өндірудің жаңа бағыттары мен инновациялық шешімдері ерекше рөл атқаруда. Дәстүрлі ірі су электр станцияларымен қатар, мини және микро ГЭС жобаларының дамуы, гибридтік жүйелердің енгізілуі, жасыл технологияларды қолдану – су энергетикасының юлашағын айқындайтын маңызды факторлар.

Мини және микро су электр станциялары соңғы жылдары әлем бойынша ерекше қарқынмен дамып келеді. Бұл жүйелер ірі су қоймаларын қажет етпейді және шағын өзендер мен бұлақтарда жұмыс істейді. Қуаты 100 кВт-тан 10 МВт-қа дейінгі бұл қондырғылар ауылдық аймақтар мен таулы өңірлерде энергия тапшылығын шешуге мүмкіндік береді. Мысалы, Непал, Үндістан, Қытай елдері мыңдаған кіші ГЭС жобаларын іске асырып, шалғай ауылдарды электрлендірді. Мұндай жобалар экологиялық таза әрі экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады.

Микро және мини ГЭС-тердің басты артықшылығы – экологиялық ізі аз және табиғи ортаға әсері минималды деңгейде. Олар өзеннің табиғи ағысын толық өзгертпейді, сондықтан экожүйе бұзылмайды. Бұл станциялар жергілікті тұрғындар үшін жұмыс орындарын ашады, инфрақұрылымды дамытады және энергетикалық тәуелсіздік деңгейін арттырады. Қазақстан үшін мұндай жүйелер таулы және өзенді аймақтарда – Алматы, Шығыс Қазақстан, Жетісу, Түркістан облыстарында ерекше тиімді болмақ.

Су энергетикасының болашағы тек мини станциялармен шектеліп қалмайды. Қазіргі таңда әлемде гибридтік энергия жүйелері кеңінен дамып келеді. Гибридтік жүйелер су және күн энергиясын үйлестіріп, тәулік бойы тұрақты энергия өндіруге мүмкіндік береді. Күндіз күн панельдері электр энергиясын өндірсе, түнде су турбиналары жұмыс жасайды. Мұндай жүйелер бір-бірін толықтырып, энергия тапшылығын болдырмайды. Қазақстанның климаты мен географиясын ескерсек, бұл бағытты дамыту – болашақ энергетикалық қауіпсіздік үшін ең тиімді шешімдердің бірі болар еді.

Су ресурстарын пайдалану арқылы электр энергиясын өндіру – қазіргі заманғы энергетикалық жүйеде стратегиялық маңызды бағыт болып табылады. Бұл тәсіл экологиялық таза, экономикалық тиімді және ұзақ мерзімді перспективада тұрақты энергия көзін қамтамасыз етеді.

Болашақ бағыттар мен инновациялық шешімдер гидроэнергетиканың дамуына жаңа серпін береді. Мини және микро ГЭС жобалары, гибридтік жүйелер, жасыл технологиялар және цифрлық бақылау жүйелері энергия өндірісін тиімді әрі экологиялық қауіпсіз етеді. Бұл жаңалықтар шалғай елді мекендерді энергиямен қамтамасыз етуге, энергия үнемдеуге және экологиялық проблемаларды шешуге мүмкіндік береді.

Халықаралық тәжірибе Қазақстан үшін маңызды үлгі болып табылады. Норвегия, Қытай, Канада сияқты елдер гидроэнергетикада жеткен жетістіктерін көрсетіп,

технологиялық, экологиялық және әлеуметтік аспектілерді үйлестірудің тиімді әдістерін қолданады. Қазақстан осы тәжірибелерді өзіне бейімдеп, гидроэнергетиканы тиімді дамыту мүмкіндігіне ие.

Су ресурстарын тиімді пайдалану арқылы электр энергиясын өндіру Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін нығайтуға, экологиялық таза энергия көздерін қалыптастыруға және тұрақты дамуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл бағыт экономикалық, экологиялық және әлеуметтік тұрғыдан маңызды әрі өзекті болып қала береді.

Қорытындылай келе, гидроэнергетика – Қазақстанның болашағы үшін стратегиялық маңызды сала. Су ресурстарын тиімді пайдалану, инновациялық технологияларды енгізу және халықаралық тәжірибені қолдану арқылы елдің энергетикалық жүйесін жаңғыртуға, экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуге және қоғамның өмір сапасын жақсартуға толық мүмкіндік бар.

ҚМ АА Күәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.