

Философия докторы (PhD) академиялық дәрежесін алу үшін  
«6D071800 – Электр энергетикасы» мамандығы бойынша жазылған  
диссертациялық жұмысқа  
**АНДАТПА**

**Минажова Сәулеш Аманбайқызы**

## **АВТОНОМДЫ ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫҢ ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КЕШЕНДЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУҒА КЕШЕНДІ КӨЗҚАРАС ПРИНЦИПТЕРІ**

**Жұмыстың өзектілігі.** Өмір сүру деңгейінің көтерілуіне, технология мен өнеркәсіптің дамуына және жаһандануға байланысты электр энергиясын тұтынудың жыл сайынғы өсуі энергетика саласын бүкіл әлемдегі ең маңызды мәселелердің біріне айналдырды. Көптеген елдердің қазбалы отынға қатты тәуелді екенін ескерсек, жоғарыда айтылғандармен қатар, климаттың өзгеруі және атмосфераға зиянды заттардың шығарындылары арқылы қоршаған ортаның ластануы мәселесі өткір тұр. Энергиямен қамтамасыз етудегі шектеулерді еңсеру және ауаға лас шығарындыларды азайту үшін тұрақты дамудың ағымдағы саясаты жаңартылатын электр көздерінің (ЖЭК) әртүрлі түрлерін қамтитын орталықтандырылмаған, теңгерімді және экологиялық таза энергиямен жабдықтау жүйесін құруға бағытталуы керек [1].

Жоғарыда аталған мақсатқа жету үшін Мемлекет басшысы елімізде жаңғырмалы энергия көздерін дамытуды ынталандыратын бірқатар заң жобаларына қол қойды, мұнда 2009 жылы қабылданған негізгі заң «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Заң болып табылады [ 2]. Заң болашақ дамудың бағыты ретінде «жасыл» экономика қағидаттарын айқындай отырып, жаңартылатын энергия көздерін Қазақстанның электр желісіне жылдам енгізуге ықпал етті.

Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерін дамытуды қолдаудың тағы бір бастамасы 2013 жылы қабылданған «Қазақстан Республикасының 2050 жылға дейінгі жасыл экономикаға көшу тұжырымдамасы» болды, оның аясында мемлекет жаңартылатын энергия көздерінің үлесін электр энергиясын өндірудің жалпы көлемінде: 2020 жылға қарай 3%, 2030 жылға қарай 30% және 2050 жылға қарай 50% деп белгіледі [3].

Қазақстан Еуразия құрлығының дәл ортасында орналасқандықтан, еліміздің жел, күн және су энергиясының әлеуеті зор. Сарапшылардың мәліметтері бойынша, жел энергетикасының техникалық әлеуеті жылына 929 млрд кВтсағ, су және күн энергиясының әлеуеті сәйкесінше жылына 8 млрд кВтсағ және 2,5 млрд кВтсағ құрайды [4]. Желдің айтарлықтай әлеуетіне қарамастан, бірқатар техникалық, экономикалық және логистикалық кедергілерге байланысты бұл ресурстарды тұрақты негізде игеру және пайдалану мүмкін емес. Осыған байланысты елімізде күн сәулесі өнеркәсібі белсенді дамып келеді, өйткені күн фотоэлектрлік жүйелерін салу және оларға

техникалық қызмет көрсету қымбат емес, қауіпсіз, оңай тасымалданады және тез ақталады. Нәтижесінде 2019 жылдан 2022 жылға дейін Қазақстанда күн электр станцияларының (бұдан әрі – КЭС) жалпы орнатылған қуаты 542 МВт-тан 1148 МВт-қа дейін өсті және ЖЭК-інің белгіленген қуаттылығының жалпы үлесінің 48%-ын құрады [5]. Күн жүйелерінің дамуындағы мұндай үрдіс тек Қазақстанда ғана емес, әлемнің басқа да дамыған елдерінде байқалады.

Бүгінгі таңда Қазақстан тұтырудың энергетикалық балансындағы ЖЭК-інің үлесін ұлғайту бойынша өз міндеттемелерін орындап, 2020 жылы 3% деңгейіне жетті. Сарапшылар мұны 2020 жылы COVID-19 пандемиясының басталуына байланысты 2019 жылы құрылысы тоқтатылған ірі күн электр станцияларының белсенді түрде іске қосылуымен түсіндіреді. Дегенмен, қазір еліміздің алдында бұдан да маңызды міндет тұр – 2030 жылға қарай жаңартылатын энергия көздерінің үлесін 30%-ға жеткізу. Бұған қол жеткізу үшін өнеркәсіптік ауқымдағы ЖЭК-ін салу жеткіліксіз, сонымен қатар шағын көлемдегі ЖЭК-ін енгізу қажет. Бұл өз кезегінде үй шаруашылықтары мен шағын және орта бизнестің жеке қажеттіліктері үшін ЖЭК-інің шағын объектілерін дамытуды ынталандыратын заңнамалық актілер мен тетіктерді әзірлеумен тығыз байланысты. Сондай-ақ энергияны үнемдейтін технологияларды әзірлеу және қолдану болып табылады.

Жоғарыда айтылғандарға сәйкес, бұл диссертация жаңартылатын энергия көздерін, атап айтқанда, күн энергиясын дамытуды зерттеуге және қуатты аз тұтынатын тұтынушыларды электрмен жабдықтау үшін ЖЭК-інің тиімділігін арттыруға кешенді көзқарасқа бағытталған.

**Жұмыстың мақсаты** – аз қуатты ЖЭК-ін дамыту және тиімділігін арттыруға кешенді көзқарасты зерттеу және дамыту болып табылады.

**Зерттеу объектісі.** Зерттеу объектісі фотоэлектрлік панельдері бар күн қондырғысы болып табылады, оның таңдауы келесі факторлармен анықталады:

- күн фотоэлектрлік панельдерін (бұдан әрі - ФЭП) үй шаруашылықтарын, шағын және орта бизнесті электрмен жабдықтауға және шатырдағы күн электр станцияларын дамытуға біріктірудің перспективалы мүмкіндігі;

- салыстырмалы түрде төмен құны, қолжетімділігі, құрастыру, пайдалану және техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы, автономдылығы;

- қоршаған ортаға экологиялық тазалық;

- ауыл шаруашылықтарын жылумен қамтамасыз етуде жүзеге асыру мүмкіндігі.

Зерттеу мәселесі – жұмыс параметрлерінің тиімділігін арттыру үшін инновациялық прототиптерді пайдалана отырып, күн қондырғысының энергетикалық сипаттамаларын зерттеу болып табылады.

**Зерттеу мақсаттары.** Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер орындалды:

- дүние жүзіндегі және Қазақстандағы күн энергетикасының қазіргі жағдайын талдау;

- дүние жүзіндегі және Қазақстандағы күн энергетикасы саласындағы мемлекеттік саясатты талдау;

- қолданыстағы аз қуатты күн түрлендіргіштерін талдау;
- күн батареяларының параметрлерін зерттеу;
- күн қондырғысының тиімділігін арттыру моделін әзірлеу;
- кернеудің асқын шығу қаупіне зерттелетін аумақты бағалау;
- күн қондырғысының инверторлық жүйесін қорғауға арналған құрылғының тәжірибелік үлгісін әзірлеу және зерттеу;
- алынған нәтижелер бойынша ұсыныстар әзірлеу.

**Зерттеу әдістері.** Бұл диссертацияда аналитикалық зерттеу әдісі қазіргі жағдайды, күн энергетикасы саясатындағы қозғаушы тетіктер мен ынталандыруды, сондай-ақ Қазақстандағы және алдыңғы қатарлы 5 елдің болашақтағы даму перспективаларын зерттеу үшін бағалау әдісімен үйлеседі. Зерттеу рецензияланған әдебиеттерден және күн энергиясын заманауи талдауды қамтамасыз ететін мемлекеттік органдардың есептерінен жиналған деректер мен ақпаратқа негізделген.

Күн технологиясының тиімділігін арттыру бойынша техникалық тапсырмаларды орындау үшін макростарды жазуға және графиктерді салуға арналған құралдарды пайдалана отырып, PVsyst, MathCAD, Excel және Microsoft Visio бағдарламалық орталарында деректерді өңдеуге негізделген тәжірибелік және сандық зерттеу әдістері қолданылды. Сызбаларды жасау үшін AutoCAD 2022 бағдарламалық ортасы пайдаланылды.

Бұл әдістер аз қуатты тұтынушылар үшін Қазақстандағы күн энергетикасын дамыту тұжырымдамасын анықтауға мүмкіндік береді.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы және қорғауға ұсынылған негізгі ережелер:**

Қуаты аз күн қондырғысының тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін құрылғы үлгісін ұсыну;

2. Күн қондырғысының инверторлық жүйесін қорғауға арналған құрылғының тәжірибелік үлгісін жасау;

3. Шағын көлемді күн энергетикасын дамыту бойынша ұсыныстар әзірлеу.

**Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы** шағын көлемдегі жаңартылатын энергия көздерін орналастыруда және күн технологияларының тиімділігін арттыруда ғылыми және тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерін пайдалану мүмкіндігінде жатыр.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Электр энергетикасы» кафедрасының оқу процесіне енгізу актісімен расталады. Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстардың нәтижелері 6В071-Техника және инженерия оқыту бағыты бойынша 6В07113 – «Электромеханика» және 6В07114 – «Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен азаматтық объектілерді электрмен жабдықтау» білім бағдарламаларының «Электр энергетикалық жүйелерді релелік қорғау және автоматтандыру» пәні бойынша зертханалық сабақтарда қолданылады.

**Жұмыстың мемлекеттік ғылыми бағдарламалар жоспарымен байланысы.** Диссертация тақырыбы бойынша ғылыми зерттеулер Қ.И.

Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Энергетика кафедрасының ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарларына сәйкес жүргізілді.

**Автордың жеке үлесі.** Диссертациялық зерттеудің барлық нәтижелерін автордың өзі алды. Зерттеу мақсатына жету бойынша тапсырмаларды бекіту, зерттеу әдістері мен ғылыми зерттеу нәтижелерін талдау автордың, оның ғылыми кеңесшісінің және шетелдік ғылыми кеңесшісінің жетекшілігімен жүзеге асырылды. Зерттеуде пайдаланылған басқа зерттеушілердің нәтижелері тиісті әдебиеттерге сілтемелер арқылы көрсетілді.

**Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен сенімділігі** Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдардағы жарияланымдармен расталады; сондай-ақ отандық және халықаралық ғылыми конференциялары; Қазақстан Республикасының инновациялық патенттері; тәжірибелік үлгінің техникалық шешімдерінің өнімділігін растайтын тәжірибелік деректер арқылы расталады.

**Жұмысты апробациялау.** Жұмыстың нәтижелері туралы айтылды: 15-ші Халықаралық энергетикалық инновация симпозиумында, 2018 жылғы 14-16 ақпан, Грац, Австрия; Халықаралық Сәтбаев оқуларында «Дәстүрлі мәселелердің инновациялық шешімдері: техника және технология», 2018 жылғы 12 сәуір, Алматы, Қазақстан; IEWT 2019 11-ші халықаралық энергетикалық конференциясында «Бостандық, теңдік, демократия: энергетикалық нарықтар үшін игілік немесе хаос?», 2019 жылғы 13-15 ақпан, Вена, Австрия; 2019 жылғы 10-12 шілде, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, «Қазіргі әлемдегі ғылым мен білім: 21 ғасыр сын-қатерлері» III халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында; сондай-ақ Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Энергетика кафедрасының ғылыми семинарларында.

**Жарияланымдар.** Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 13 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде 2 мақаласы Scopus деректер базасына енгізілген журналдарда, 4 мақала ҚР ҒЖБМ-ң Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда, 4 халықаралық конференциялар мен симпозиумдарда және ҚР 3 патенттік базасында жарияланды.

1. Development of integrated solutions for the decentralisation of electricity supply to power-hungry regions. The Electricity Journal, Vol.35, №4, 2022. ISSN: 1040- 6190. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2022.107108>

2. A Review on Solar Energy Policy and Current Status: Top 5 Countries and Kazakhstan. Energies (MDPI), 16(11), 4370, 2023. ISSN: 1996-1073. <https://doi.org/10.3390/en16114370>

3. Анализ использования солнечного коллектора для теплоснабжения частного жилого дома. Вестник КазННТУ, №4 (134), 2019, с. 160-164. ISSN 1680-9211.

4. Методы очистки фотоэлектрических панелей. Вестник КазННТУ, №3 (139), 2020, с. 283-287. ISSN 1680-9211.

5. Обзор солнечной энергетики Германии и Казахстана: политика, текущее состояние и перспектива. Вестник КарГТУ, Труды университета №3 (92), 2023, с. 414-420. ISSN 1680-9211.

**Диссертациялардың құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, 5 бөлімнен және қорытындыдан тұрады, 119 бет басылған мәтіннен, 62 суреттен, 18 кестеден, 7 қосымшадан және 139 атаудан құралған әдебиеттер тізімінен тұрады.