

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

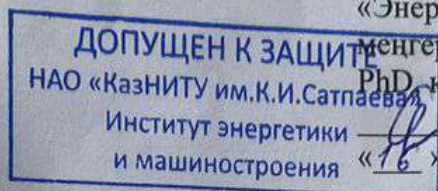
«Энергетика» кафедрасының

менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«16» 06 2025 ж.



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Нургалиев Н. А.

Пікір беруші

PhD, «Энергетика» кафедрасының

ассистент-профессоры,

М.Тынышбаев атындағы АЛТ Университет

Калиев Ж.Ж.

(қолы)

«__» 2025 ж.

Ғылыми жетекші

PhD, Қауымдастырылған профессор

Минажова С.А.

(қолы)

«__» 2025 ж.



Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

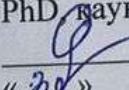
«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD тауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев
«20» 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Нұрғалиев Нұрлан

Тақырыбы: Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 17- мамыр 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: _____

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) күн электр станциясы

ә) Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы

б) Жобаның экономикалық тиімділігі

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

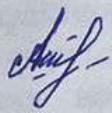
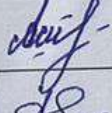
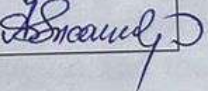
Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Күн электр станциясы		
Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы	10.04.25 ж.	
Жобаның экономикалық тиімділігі	18.05.25 ж.	
	25.05.25 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Теориялық бөлім: Күн энергиясы және оны үй шаруашылығында қолдану	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Жобаның экономикалық тиімділігі	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Норма бақылаушы	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	10.08.2025	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

С.А. Минажова

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Н.А. Нургалиев

Күні

«__» _____ 2025ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Нургалиев Нурлан Аскарович

Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

_____ Е.А.Сарсенбаев

«___» _____ 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Нургалиев Н. А.

Пікір беруші

PhD, «Энергетика» кафедрасының

ассистент-профессоры,

М.Тынышбаев атындағы АЛТ Университет

_____ Калиев Ж.Ж.

(қолы)

«___» _____ 2025 ж.

Ғылыми жетекші

PhD, Қауымдастырылған профессор

_____ Минажова С.А.

(қолы)

«___» _____ 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

_____ Е.А.Сарсенбаев

« ____ » _____ 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Нургалиев Нұрлан _____.

Тақырыбы: Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 н/ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 17- мамыр 2025 жыл _____.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: _____.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) күн электр станциясы

ә) Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы

б) Жобаның экономикалық тиімділігі

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген _____.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау _____.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Күн электр станциясы	10.04.25 ж.	
<i>Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы</i>	18.05.25 ж.	
Жобаның экономикалық тиімділігі	25.05.25 ж .	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Теориялық бөлім: Күн энергиясы және оны үй шаруашылығында қолдану	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Есептік-конструкторлық бөлім: үй шаруашылығына арналған гибриді КЭС жобасы	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Жобаның экономикалық тиімділігі	С.А. Минажова, PhD, қауымдастырылған профессор		
Норма бақылаушы	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы		

Ғылыми жетекшісі _____ С.А. Минажова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент _____ Н.А. Нургалиев
(қолы)

Күні «__» _____ 2025ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста жеке үй шаруашылығына арналған автономды күн электр станциясының жобасы жасалды. Өңірдің күн әлеуетін талдау және объектінің энергия тұтынуын есептеу жүргізілді. Оңтайлы техникалық сипаттамаларды ескере отырып, заманауи жабдықтар таңдалды. Жүйенің өнімділігі мен оны орналастырудың есептеулері орындалды. Күрделі салымдар мен инвестицияларды қайтару мерзімін қоса алғанда, жобаның экономикалық көрсеткіштері анықталды. Жоба берілген аймақ жағдайында күн энергиясын пайдаланудың техникалық іске асырылуын және экономикалық орындылығын көрсетеді

АННОТАЦИЯ

В этой дипломной работе был разработан проект автономной солнечной электростанции для частных домохозяйств. Проведен анализ солнечного потенциала региона и расчет энергопотребления объекта. Было выбрано современное оборудование с учетом оптимальных технических характеристик. Выполнены расчеты производительности системы и ее развертывания. Определены экономические показатели проекта, включая сроки возврата капитальных вложений и инвестиций. Проект отражает техническую реализацию и экономическую целесообразность использования солнечной энергии в условиях данной зоны.

ANNOTATION

In this thesis, a project for an autonomous solar power plant for private households was developed. The analysis of the solar potential of the region and the calculation of the energy consumption of the facility are carried out. Modern equipment was selected taking into account optimal technical characteristics. Calculations of system performance and its deployment have been performed. The economic indicators of the project have been determined, including the time frame for the return of capital investments and investments. The project reflects the technical implementation and economic feasibility of using solar energy in the conditions of this zone.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Күн электр станциясы	8
1.1	Қазақстан күн энергетикасы	8
1.2	Күн энергиясы және оны пайдалану	10
1.3	Күн энергиясы және оны пайдалану	11
1.4	Күн панельдерінің жұмысына әсер ететін факторлар	14
1.5	Күн панельдерінің бұрышы	16
1.6	Күн электр станциясының жұмыс принципі	17
1.7	Жеке үй шаруашылықтары үшін күн электр станцияларының маңызы	20
1.8	Күн энергетикасындағы инновация	21
2	Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау және параметрлерін есептеу	24
2.1	Үйдің географиялық орналасуы	24
2.2	Нысанның сипаттамасы	25
2.3	Үйдің тұтынатын қуатын анықтау	27
2.4	Жергілікті инсоляцияны есептеу	28
2.5	Электр станциясының қуатын есептеу	30
2.6	Батареяны есептеу	34
2.7	Қорғаныс құрылғылары	36
3	Экономикалық тиімділікті есептеу	38
	Қорытынды	40
	Әдебиеттер тізімі	41

КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде энергиямен жабдықтау экономиканың тұрақты дамуының және халықтың өмір сүру сапасын арттырудың негізгі негіздерінің біріне айналды. Тұрмыстық және өнеркәсіптік электр аспаптары санының өсуі, цифрлық технологияларды енгізу, жеке құрылысты дамыту және көлікті электрлендіру электр энергиясына сұраныстың тұрақты өсуіне ықпал етеді. Сонымен қатар, қазба отынына негізделген дәстүрлі энергия көздері ресурстардың шектеулілігімен, бағаның тұрақсыздығымен және қоршаған ортаға теріс әсерімен байланысты.

Осыған байланысты жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК), атап айтқанда күн энергиясы өсіп келе жатқан мәнге ие болады. Күн фотоэлектрлік жүйелерін пайдалану белгілі бір объектілердің энергия қажеттіліктерін ішінара немесе толығымен қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар парниктік газдар шығарындыларын азайтуға, жеке үй шаруашылықтарының энергетикалық тәуелсіздігін арттыруға және орталықтандырылған желілерге жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

Қазақстан Республикасы үлкен күн әлеуетіне ие (кейбір өңірлерде жылына 3000 күн сағатына дейін) ЖЭК бағытын белсенді дамытуда. Бұл үшін ынталандырудың бірі 2009 жылы "жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы" Заңның, сондай-ақ "Қазақстан Республикасының 2050 жылға дейінгі Жасыл экономикаға көшу тұжырымдамасының" қабылдануы болды, оған сәйкес Ұлттық энергия теңгеріміндегі ЖЭК үлесі 2030 жылға қарай 30% - құрауы тиіс. Осыған байланысты "Жасыл экономика" элементтерінің бірі ретінде жеке үй шаруашылықтары үшін шағын ауқымды күн электр станцияларын жобалау өзекті бағыт болып табылады.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты жеке тұрғын үйге арналған күн электр станциясының жобасын әзірлеу болып табылады. Орнату учаскенің ерекшеліктерін, аймақтың климаттық жағдайларын, энергия тұтыну профилін ескеруі керек, сонымен қатар барлық қосылған тұтынушыларды сенімді және тұрақты электрмен қамтамасыз етуі керек.

1 Күн электр станциясы

1.1 Қазақстан күн энергетикасы

Қазақстан инсоляцияның жоғары деңгейінің арқасында күн энергетикасын дамыту үшін зор әлеуетке ие, ол оңтүстік өңірлерде жылына 1800 кВт·сағ/м² жетеді, бұл Испания немесе АҚШ сияқты жетекші күн елдерінің көрсеткіштерімен салыстырылады, бұл ретте орталық және солтүстік өңірлер жылына 1100-1500 кВт·сағ/м² диапазонында тұрақты мәндерді көрсетеді, бұл оларды заманауи күн технологияларын, соның ішінде екі жақты панельдерді және қалыпты жарық жағдайында да энергия өндіруді арттыруға қабілетті трекер жүйелерін тиімді пайдалануға жарамды етеді.

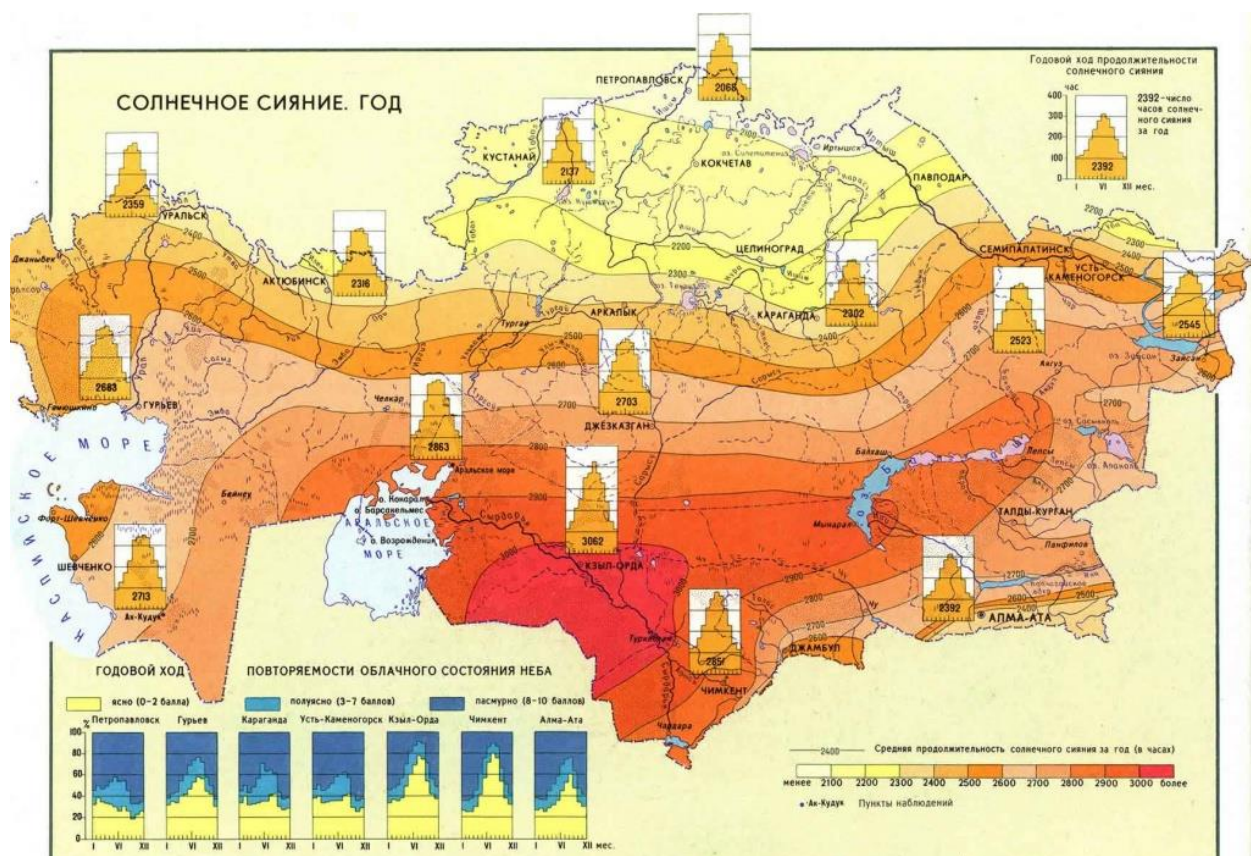
Елдің климаттық ерекшеліктері, мысалы, ашық күндердің басым болуы және төмен ылғалдылық, күн электр станцияларының жұмыс істеуі үшін тамаша жағдай жасайды, өйткені жиі бұлттардың болмауы және атмосфераның мөлдірлігінің жоғары деңгейі панельдердің жоғары тиімділікпен жұмыс істеуіне мүмкіндік береді, ал суық қыс, танымал нанымға қайшы, модульдерді салқындату арқылы олардың өнімділігін төмендетпейді, тіпті жақсартады, бұл әсіресе қыста инсоляция энергия өндіру үшін жеткілікті болып қалатын солтүстік аймақтар үшін маңызды.

Мемлекеттік саясат жеңілдетілген тарифтер, салықтық демалыстар және желілерге қосылудың жеңілдетілген шарттары арқылы күн энергетикасын дамытуды белсенді қолдайды, бұл қазірдің өзінде қуаттылығы 50 МВт "Бурное" КЭС және қуаттылығы 100 МВт "сарандар" сияқты ірі жобаларды іске асыруға алып келді, бұл тіпті инсоляция сәл төмен, бірақ тұрақтылығы бар елдің орталық аудандарында да рентабельділікті көрсетеді электр желілері мен төмен техникалық қызмет көрсету шығындары бұл айырмашылықты өтейді.

Одан әрі өсу перспективалары күн панельдерін энергия жинақтағыштармен біріктіретін гибриді жүйелерді енгізумен байланысты, бұл әсіресе дәстүрлі энергетика нашар дамыған шалғай аймақтарға, сондай-ақ перовскитті панельдер мен күн электр станцияларының технологияларын қазақстандық климат жағдайында күн сәулесін пайдалану тиімділігін арттыруға қабілетті концентраторлармен дамытумен байланысты. күндізгі жарықтың ұзақтығы және сәулеленудің қарқындылығы энергетикадағы инновациялық шешімдер үшін бірегей мүмкіндіктер жасайды.

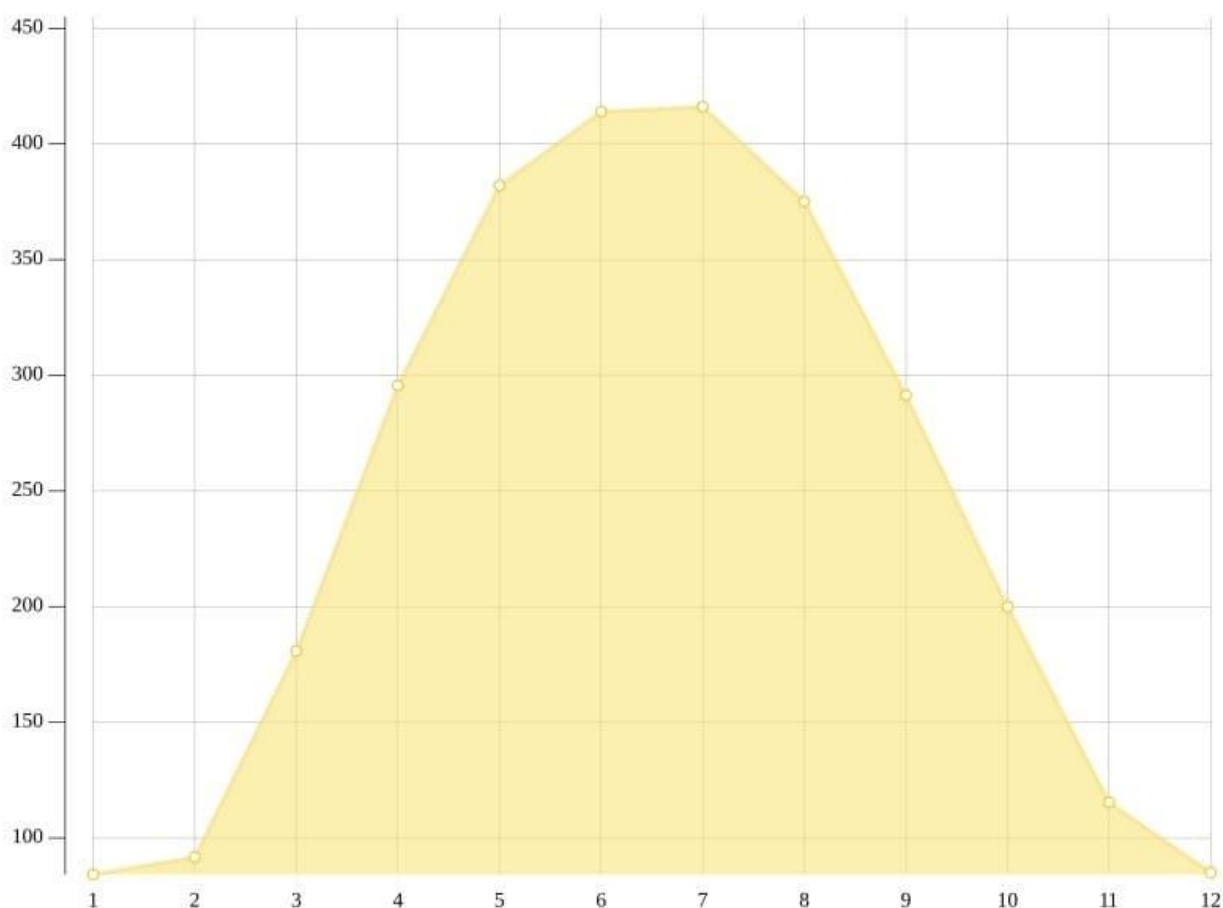
Қазақстан өзінің үлкен аумағымен аймақтар арасындағы инсоляция деңгейінде айтарлықтай айырмашылықтарды көрсетеді, бұл күн электр станцияларының тиімділігіне тікелей әсер етеді. Еліміздің оңтүстігінде Шымкент және Тараз сияқты қалаларда көрсеткіштер жылына рекордтық 1800-2000 кВт·сағ/м²-ге жетеді, бұл бұл өңірлерді ауқымды күн парктері үшін өте қолайлы етеді, ал Қарағанды мен Нұр-сұлтан маңындағы орталық облыстарда мәндер 1400-1600 кВт·сағ/м² құрайды, бұл технологияларды таңдауға неғұрлым мұқият қарауды талап етеді және панельдердің бұрыштары.

Ақтауда орталығы бар Батыс өңірлер теңіз климаты мен бұлтты күндердің аздығына байланысты тұрақты $1500-1700 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}/\text{м}^2$ көрсетеді, ал Өскемен маңындағы шығыс аудандарда таулы жер бедері мен бұлттылықтың жоғарылауына байланысты $1300-1500 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}/\text{м}^2$ көрсеткіштері сәл төмен. Солтүстік аумақтар - Қостанай мен Петропавлда ерекше қызығушылық тудырады, мұнда салыстырмалы түрде қарапайым $1100-1300 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}/\text{м}^2$ -ге қарамастан, трекерлер жүйесі бар заманауи екі жақты панельдер қыста қар жамылғысынан шағылысу арқылы таңғажайып тиімділікті көрсетеді.



1 - сурет - Қазақстандағы күн радиациясы картасы

Аймақтар арасындағы мұндай елеулі айырмашылықтар локализацияланған шешімдер үшін бірегей мүмкіндіктер туғызады-оңтүстік аймақтарда классикалық бекітілген бұрышты монокристалды панельдер оңтайлы болып табылады, ал орталық және солтүстік аудандарда бұрылыс механизмдері бар гибриді жүйелер жиі қолданылады, ал жиі құмды дауылдары бар батыс аймақтарда қорғаныс жабындары мен панельдерді өзін-өзі тазарту жүйелеріне ерекше назар аударылады. Бұл өңірлік әртүрлілік Қазақстанды әртүрлі күн технологияларын сынау үшін өзіндік "полигонға" айналдырады, мұнда әрбір қала мен облыс күн электр станцияларын жобалауға жеке көзқарасты талап етеді.



2– сурет - Күн радиациясының жылдық графигі

1.2 Күн энергиясы және оны пайдалану

Күн энергиясы жаңартылатын энергияның ең перспективалы және жылдам дамып келе жатқан түрлерінің бірі болып табылады. Халықаралық энергетикалық агенттіктің (IEA) мәліметтері бойынша, 2023 жылы күн энергетикасы барлық энергия көздерінің арасында жаңа қуаттардың өсуі бойынша бірінші орынға ие болды — бір жылда 320 ГВт-тан астам қондырғы орнатылды. Бұл әлемдегі барлық жаңа энергетикалық қондырғылардың үштен бірінен астамы.

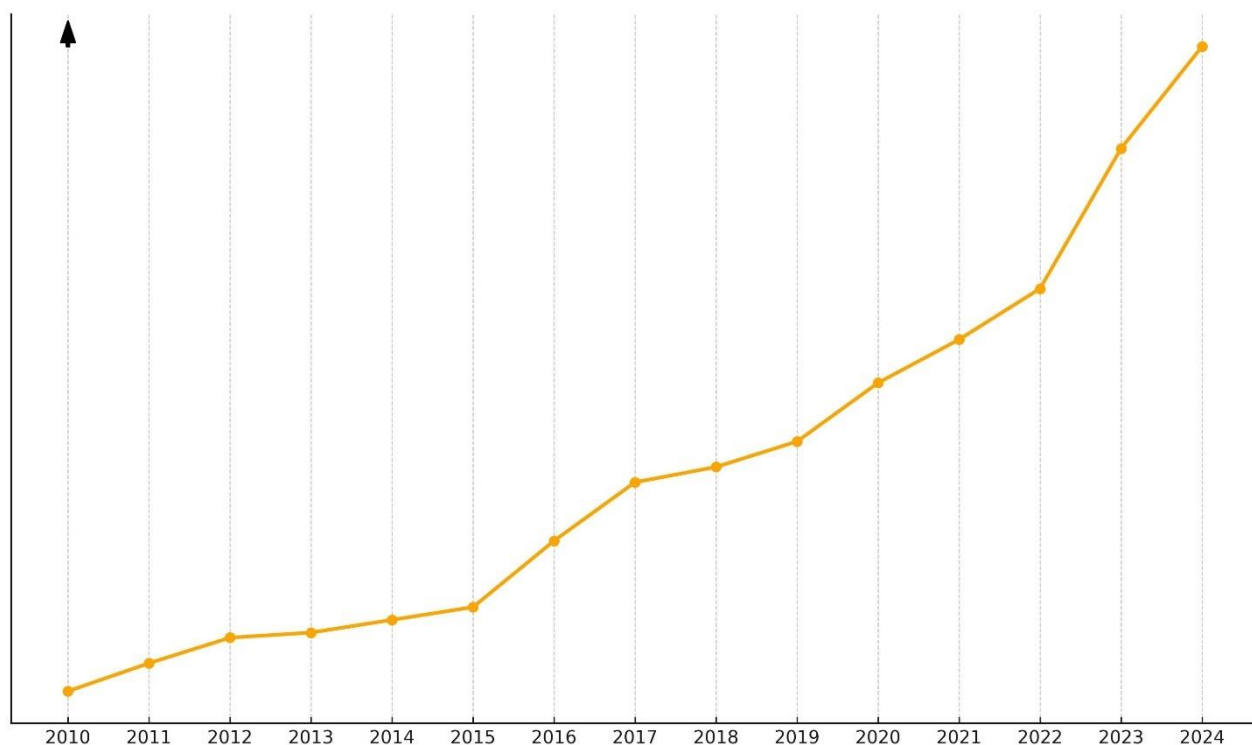
Күн энергиясын пайдалану экологияға айтарлықтай оң әсер етеді. Мысалы, 1 кВт күн электр станциясын орнату дәстүрлі энергия көздерімен салыстырғанда жыл сайын көмірқышқыл газының шығарындыларын шамамен 1 тоннаға азайтуға мүмкіндік береді. Жаһандық ауқымда күн электр станциялары 2022 жылы 1,5 миллиард тоннадан астам CO₂ шығарындыларын болдырмады.

Сонымен қатар, соңғы онжылдықтарда күн энергиясының құны айтарлықтай төмендеді. 2010 жылдан бастап 1 кВт / сағ күн энергиясын өндіру

бағасы 80% - дан астамға төмендеді, бұл күн генерациясын мемлекеттік субсидиясыз да бәсекеге қабілетті етті.

Күн сәулесінің орташа ұзақтығы жылына 2200-ден 3000 сағатқа дейін болатын Қазақстан үшін күн энергетикасы стратегиялық маңызды бағыт болып табылады. Бұл әсіресе орталықтандырылған электр желілеріне тұрақты қосылу жоқ шалғайдағы елді мекендер мен жеке үй шаруашылықтары үшін өзекті.

Осылайша, күн энергиясын дамыту және енгізу энергия қауіпсіздігі мен тұрақты дамуға ықпал етіп қана қоймайды, сонымен қатар қазба отын көздеріне тәуелділікті азайту арқылы климаттың өзгеруін азайтуға көмектеседі.



3 – сурет - күн панельдеріне әлемдік сұраныстың өсуі

1.3 Күн панельдерінің түрлері

Шағын күн электр станцияларын жобалау кезінде негізгі қадамдардың бірі күн түрлендіргішінің түрін дұрыс таңдау болып табылады. Бұл таңдау бірқатар факторларға байланысты, соның ішінде Күн радиациясын түрлендіру тиімділігінің деңгейі, құрамдас бөліктердің құны, орнату үшін бос аумақтың болуы және тіпті иесінің эстетикалық қалауы.

Қазіргі тәжірибеде күн түрлендіргіштерінің үш негізгі түрі кең таралған: Фотоэлектрлік түрлендіргіштер немесе фотоэлементтер-күн сәулесінің энергиясын электр энергиясына түрлендіретін құрылғылар. Олардың жұмысы фотоэлектрлік эффектке негізделген, онда жартылай өткізгіш материалда (әдетте p-n түйісу аймағында) жарық әсерінен электрондар бөлінеді. Фотоэлементтер

электровакуумдық және жартылай өткізгіш болып бөлінеді, бірақ жартылай өткізгіш кремний элементтері электр энергетикасында кеңінен қолданылады — бүкіл әлемдік өндірістің шамамен 85% - ы соларға тиесілі.

Кремнийден басқа, басқа жартылай өткізгіш материалдар қолданылады, мысалы, кадмий теллуридіне негізделген Модульдер немесе мыс-индий-галлий-селенидті қосылыстар (Мұндай элементтер күн спектрін сіңіру қабілетінің жоғарылауына ие, бұл жоғары шығыс қуатын қамтамасыз етеді. Алайда, уыттылығына (мысалы, кадмий), сирек жер металдарының (индий) қымбаттығына және өндірістің күрделілігіне байланысты оларды пайдалану шектеулі.

Кремний күн түрлендіргіштері екі түрге бөлінеді: монокристалды және поликристалды 1-кестеде көрсетілген. Негізгі айырмашылық өндіріс әдісінде: монокристалдар жоғары тиімділікті қамтамасыз ететін бір тұтас кремний кристалынан жасалған, ал поликристалдар шекарамен бөлінген көптеген ұсақ түйіршіктерден түзіледі. Бұл шекаралар энергияның жоғалуына және элементтің жалпы тиімділігінің төмендеуіне әкелетін құрылымдық ақауларды тудырады. Айырмашылықтарға қарамастан, екі түрдің де ұзақ қызмет ету мерзімі 25 жылдан асады және оларды ғимараттардың төбесіне де, ашық жерлерде жеке тіректерге де орнатуға болады.

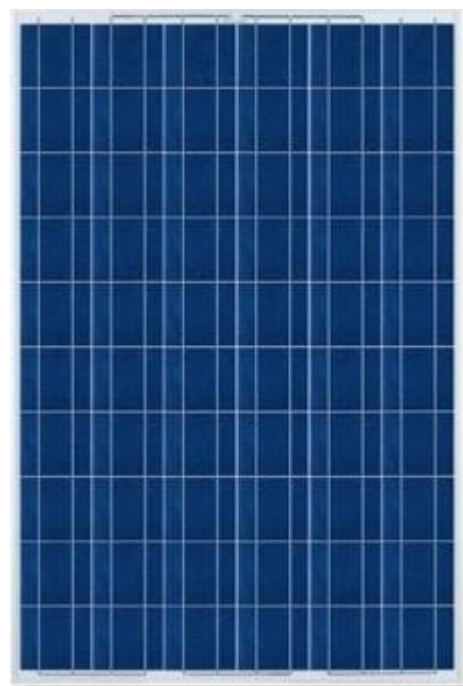
Стандартты кристалды күн модульдерінен басқа, нарықта басқа технологиямен жасалған жұқа пленкалы фотоэлектрлік панельдер бар. Негізгі айырмашылық-әр түрлі субстраттарға (шыны, металл, пластик) бүрку арқылы қолданылатын жартылай өткізгіш материалдардың жұқа қабаттарын қолдану. Белсенді материалдар ретінде аморфты кремний, кадмий теллурид және мыс-индий-галлий-селен қосылыстары жиі қолданылады.

Мұндай панельдер бірқатар артықшылықтарға ие: икемділік, аз масса, сонымен қатар ыстыққа төзімділіктің жоғарылауы, бұл оларды дәстүрлі қатты құрылымдарды орнату мүмкін емес жағдайларда ыңғайлы етеді. Алайда, жұқа пленкалы модульдердің артықшылықтарымен қатар, айтарлықтай кемшіліктері бар-салыстырмалы түрде жоғары шығындар және төмен тиімділік, сондықтан бірдей мөлшерде электр энергиясын алу үшін үлкен аумақ қажет.

Осы себепті жұқа пленка панельдері классикалық кремний модульдерін физикалық түрде орнату мүмкін емес немесе оларды пайдалану шектеулі болатын нақты жағдайларда ғана қолданылады. Мысалы, мұндай Модульдер көбінесе портативті құрылғыларда, ұшақ жасау және ғарыштық технологиялар саласында қолданылады, мұнда масса, ақтамдық және қызып кетуге төзімділік маңызды.



А)



Ә)

4 – сурет - а) монокристалды күн панель ; ә) поликристалды күн панель

1 – кесте – күн панельдері

Сипаттамалары	Монокристалды	Поликристалды
Тиімділік	15-22 %	13-16 %
Өлшемі	0,14-0,19 м ² /Вт	0,17-0,23 м ² /Вт
Құны	0,50-0,90 \$/Вт	0,35-0,70 \$/Вт

Жұқа пленкалы күн панельдері-бұл күн радиациясын электр энергиясына айналдыру үшін қолданылатын икемді фотоэлектрлік құрылғылар. Кристалды кремнийден жасалған классикалық қатты панельдерден айырмашылығы, жұқа пленкалы Модульдер қалыңдығы мен икемді құрылымына ие, бұл оларды дәстүрлі шешімдер ыңғайсыз немесе мүмкін емес жағдайларда пайдалануға мүмкіндік береді. Жұқа пленкалы панельдердің негізгі айырмашылығы өндіріс технологиясында: фотовольтаикалық қабат ультра жұқа пленка түрінде субстратқа (шыны, металл немесе полимер) қолданылады. Белсенді қабаттың қалыңдығы әдетте микрометрдің бір бөлігін ғана құрайды, бұл панельдерді монокристалды немесе поликристалды аналогтармен салыстырғанда ондаған есе жұқа етеді. Осының арқасында оларды қисық және тегіс емес беттерге орнатуға болады, сонымен қатар мобильді немесе уақытша құрылымдарда қолдануға болады. Алайда, жоғары икемділік бірқатар операциялық шектеулерді тудырады. Мұндай панельдердің тиімділігі төмен, орнату үшін көбірек орын қажет және қызмет ету мерзімі аз. Егер кристалды панельдер үшін сенімді қызмет мерзімі 25

жылдан асса, онда жұқа пленкалы модульдер үшін ол Әдетте 10-20 жылмен шектеледі.

Жұқа пленкалы күн батареяларын өндіру әртүрлі жартылай өткізгіш материалдар негізінде мүмкін болады. Ең көп тарағандары мыналар:

Кадмий теллуридi . Жұқа пленка энергетикасында ең көп қолданылатын материал. Оның басты артықшылығы-өндірістің төмен құны. Сонымен қатар, мұндай панельдердің орташа тиімділігі шамамен 9-11% құрайды, бұл олардың қолданылуын шектейді. Елеулі кемшілік-кадмийдің құрамы-кәдеге жарату кезінде қоршаған ортаға қауіп төндіретін улы элемент.

Аморфты кремний . Бұл материал кристалды кремнийдің құрылымсыз аналогы болып табылады, бұл икемді және жеңіл панельдер жасауға мүмкіндік береді. Аморфты кремнийде кадмий сияқты улы элементтер жоқ және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз болып саналады. Алайда, мұндай панельдердегі энергияны түрлендірудің тиімділігі 6-8 % құрайды, бұл оларды аз тұтынылатын құрылғыларға ғана жарамды етеді (мысалы, портативті электрониканы зарядтау).

Мыс-индий-галлий-селенид . Жұқа қабықшалы элементтердің бұл түрі тиімділіктің жоғары көрсеткіштерін көрсетеді-нақты жұмыс жағдайында 18% дейін. Салыстырмалы түрде жақсы өнімділікке қарамастан, CIGS панельдерінің кейбір нұсқаларында әлі де кадмий бар, дегенмен мырышпен балама формулалар әзірленуде. Өндірістің жоғары құны CIGS технологияларын жаппай қабылдауды шектейді.

Галлий арсениді . Негізінен ғарыш саласында қолданылатын күн энергиясын түрлендірудің ең тиімді материалы. Зертханалық жағдайда мұндай панельдердің тиімділігі 30% - дан асады. Дегенмен, өндірістің жоғары құны мен күрделілігі GaAs панельдерін тұрмыстық немесе өнеркәсіптік жер үсті қолданбалары үшін қолжетімсіз етеді.

1.4 күн панельдерінің жұмысына әсер ететін факторлар

Күн энергетикалық қондырғыларының айқын артықшылықтарына қарамастан, оларды жеке үйлер жағдайында пайдалану кезінде бүкіл жүйенің жалпы тиімділігі мен сенімділігіне теріс әсер етуі мүмкін техникалық қиындықтар туындауы мүмкін. Төменде жеке күн электр станцияларының иелері жиі кездесетін мәселелер келтірілген:

Энергия өндірісінің тұрақсыздығы. Күн модульдері тек күн сәулесі болған кезде электр энергиясын өндіреді. Бұл дегеніміз, түнде, сондай-ақ тығыз бұлтты немесе жаңбырлы ауа-райында энергия өндірісі толығымен тоқтайды. Мұндай жағдайларда пассивті кезеңдерде энергиямен жабдықтауды қамтамасыз ететін баламалы қуат көздеріне немесе энергия жинақтағыштарға (аккумуляторлық батареяларға) қажеттілік туындайды.

Көлеңкеге қатысты мәселелер - ағаштар, ғимараттар немесе басқа нысандар жасаған көлеңкелер энергия шығымын айтарлықтай төмендетуі

мүмкін. Массивтегі бір панельдің ішінара көлеңкесі де бүкіл тізбектің жұмысына әсер етуі мүмкін. Сондықтан КЭС-ті жобалау кезінде учаскенің көлеңкеленуі мен жарықтандыру деңгейіне егжей-тегжейлі талдау жүргізу қажет.

Инверторлардың істен шығуы - Инвертор бүкіл жүйенің жұмысында шешуші рөл атқарады, өйткені ол тұрақты токты панельдерден күнделікті өмірде қолданылатын айнымалы токқа айналдырады. Бұл қондырғының кез-келген ақаулығы электр қуатын беруді толығымен тоқтата алады, сонымен бірге құрылғыны күрделі жөндеуді немесе ауыстыруды қажет етеді.

Модульдер бетінің ластануы - Шаң, жапырақтар, кір және басқа ластаушы заттар күн панельдерінің әйнегінде жиналып, өткізілетін жарық деңгейін және сәйкесінше шығыс қуатын төмендетеді. Жоғары тиімділікті сақтау үшін үнемі тазалау және техникалық тексеру қажет.

Құстар, кеміргіштер мен жәндіктер панельдердің астына ұя салып қана қоймай, кабельдер мен қосылыстарды зақымдауы мүмкін. Мұндай әрекеттер энергияны жоғалтуға, қысқа тұйықталуға әкеледі және жабдықтың істен шығу қаупін арттырады.

Уақыт өте келе панельдер желге, жауын-шашынға, ультракүлгін сәулеге және температураның өзгеруіне ұшырайды. Бұл модульдер құрылымында микрокректердің пайда болуына және олардың тиімділігінің біртіндеп төмендеуіне (деградацияға) әкелуі мүмкін.

Әр түрлі өндірушілердің модульдерін немесе әртүрлі сипаттамалары бар панельдерді орнату жүйенің теңгерімсіз жұмысына әкелуі мүмкін, әсіресе сериялық байланыста. Бұл жабдықты жобалау мен таңдауға мұқият қарауды қажет етеді.

Сапасыз кабельдер, нашар қосылыстар немесе электр қондырғысындағы кателер қосымша қуат жоғалтуға, қызып кетуге немесе тіпті өрт қаупі бар жағдайларға әкеледі. Электротехникалық нормалар мен стандарттардың барлық талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ету маңызды.

Ыстық климаты бар аймақтарда панельдер қызып кетуі мүмкін, бұл күн сәулесінің болуына қарамастан олардың тиімділігін төмендетеді. Бұл желдету мен жылуды таратуға Мұқият көзқарасты қажет етеді, әсіресе ауа саңылауы аз шатырларға орнатылған кезде.

КЭС атмосфералық разрядтарға ұшырауы мүмкін. Сондықтан жобаның міндетті элементі электрониканы істен шығудан қорғайтын жерге тұйықтау жүйесі және асқын кернеуден қорғау құрылғыларын (УЗИП) орнату болып табылады.

Қарлы климат жағдайында панельдердің бетінде қар массасының жиналуы мүмкін, бұл күн сәулесін жауып тастайды. Мәселені шешу үшін панельдердің көлбеу бұрышы мен қарды механикалық жою қолданылады.

Кейбір инвертор модельдері естілетін дыбыстық шу шығаруы немесе жақын маңдағы техникаға әсер ететін ЭМӨ шығаруы мүмкін. Бұл Инверторды тұрғын үйге орналастыру кезінде ескеру өте маңызды.

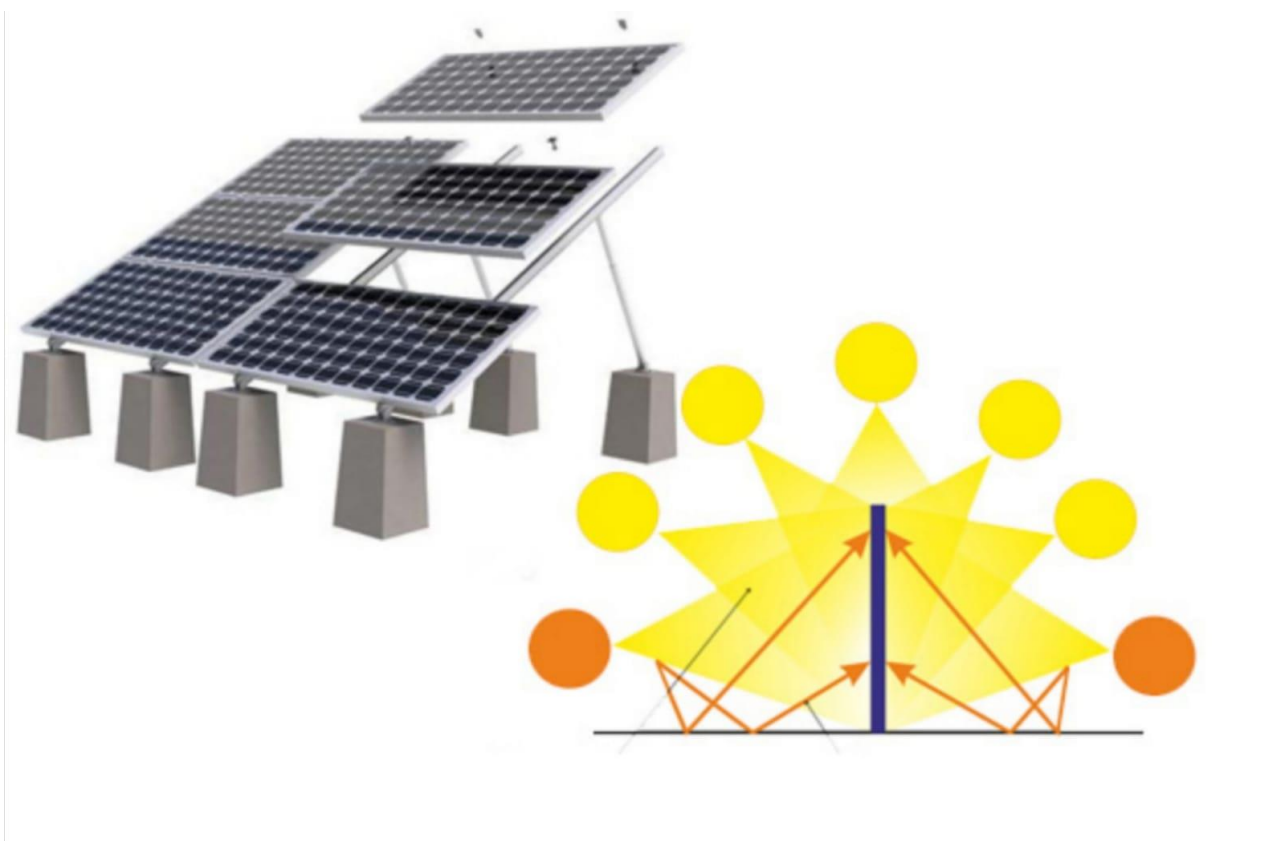
1.5 күн панельдерінің бұрышы

Күн панельдерінің тиімділігі көбінесе олардың бұрышын дұрыс таңдауға және Күнге қатысты бағытқа байланысты. Қазақстан аумағында панельдердің оңтүстікке бағдарлануы оңтайлы болып саналады бұл күн ішінде күн сәулесінің барынша сіңуін қамтамасыз етеді. Көлбеу бұрышының ұсынылған мәндері географиялық орналасуына байланысты:

Оңтүстік Қазақстан (Шымкент Тараз) көлбеу бұрышы 30-35 градус;

Орталық Қазақстан (Қарағанды) көлбеу бұрышы 35-40 градусты құрайды;

Солтүстік Қазақстан (Қостанай Петропавл) көлбеу бұрышы 40-45 градус.



5 - сурет - күн панельдерінің бұрышы

Тиімділікті арттыру үшін панельдердің бұрышын жыл мезгіліне қарай реттеуге болады. Жаз мезгілінде күннің жоғары орналасуын өтеу үшін көлбеу бұрышын 10 градусқа азайту ұсынылады. Қыс мезгілінде күн сәулесін жақсы түсіру үшін көлбеу бұрышы 10 градусқа артады. Дегенмен орнатуды жеңілдету және пайдалану шығындарын азайту үшін панельдер көбінесе маусымдық түзетусіз бекітілген оңтайлы бұрышта стационарлық түрде орнатылады.

Күн панельдерінің көлбеуі күн энергиясы жүйесінің тиімділігін анықтайтын маңызды фактор болып табылады, өйткені ол панельдер сіңіретін күн энергиясының мөлшеріне әсер етеді. Оңтайлы көлбеу бұрышы күн сәулесінің панельдің бетіне мүмкіндігінше перпендикуляр түсуіне мүмкіндік береді, бұл

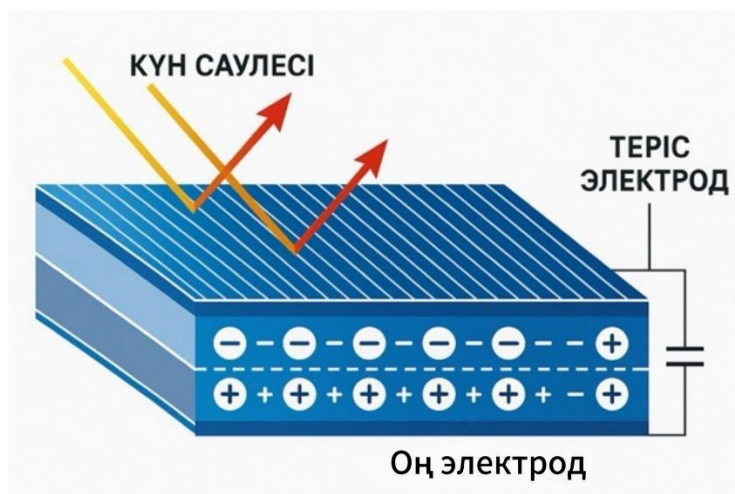
электр энергиясының ең көп өндірілуін қамтамасыз етеді. Көлбеу бұрышын таңдау үшін жердің географиялық ендігі, күн позициясының маусымдық өзгеруі және климаттық жағдайлар ескеріледі. Орташа алғанда, оңтайлы көлбеу бұрышы аймақтың ендігіне жақын, мысалы, Орталық Ресей үшін (ендік 50-60°) ол шамамен 45-55° құрайды. Жазда, күн жоғары болған кезде, көлбеу бұрышын 10-15° төмендетуге болады, ал қыста, күн төмен болған кезде, сол 10-15° жоғарылайды. Жауын-шашын мол аймақтарда панельдердің өзін-өзі тазалауын қамтамасыз ете отырып, қар мен кірдің бетіне жиналмауы үшін көлбеу бұрышы кем дегенде 30-40° болуы керек. Стационарлық жүйелер жылдық өндіріс үшін оңтайландырылған бекітілген бұрышпен орнатылады, ал реттелетін жүйелер немесе трекерлер жыл немесе тәулік уақытына байланысты көлбеу бұрышын өзгертуге мүмкіндік береді, бұл энергия өндірісін 20-40% - ға арттырады, бірақ олар қымбатырақ және техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Оңтайлы бұрыштан 10° ауытқу тиімділікті 1-5% — ға, ал 20° - тан 10-20% - ға дейін төмендетеді, бұл әсіресе қыста күн радиациясы шектеулі болған кезде өте маңызды. Қыста күн төмен болатын Ресейде стационарлық жүйелер үшін көлбеу бұрышы көбінесе ендікке және 15° - ға жақын таңдалады. Көлбеуден басқа, панельдердің Солтүстік жарты шарда оңтүстікке бағытталуы және ағаштардан немесе ғимараттардан көлеңке болмауы маңызды, өйткені көлеңке өндірісті күрт төмендетеді. Көлбеу бұрышын дәл есептеу үшін жергілікті жағдайларды ескеретін pvsys немесе SolarGIS сияқты бағдарламалар қолданылады. Реттелетін жүйелердің экономикалық орындылығы электр энергиясының тарифтеріне және жобаның ауқымына байланысты. Дипломдық жұмыс үшін жергілікті ендік пен күн радиациясы деректерін қолдана отырып, белгілі бір аймақ үшін көлбеу бұрышын есептеуді, сондай-ақ көлбеу жүйенің тиімділігі мен беріктігіне әсерін талдауды ұсынуға болады.

1.6 күн электр станциясының жұмыс принципі

Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясы бірнеше негізгі компоненттерден тұрады олардың әрқайсысы өз функцияларын орындайды. Күн панельдері Күн радиациясын тұрақты электр тогына айналдырады. Инвертор тұрақты токты тұрмыстық электр құрылғыларын қуаттандыру үшін қажет айнымалыға түрлендіреді. Заряд контроллері батареялардағы энергияны сақтау процесін реттейді және оларды шамадан тыс зарядтаудан немесе терең разрядтан қорғайды. Қайта зарядталатын батареялар түнде немесе күн белсенділігі жеткіліксіз болған кезде пайдалану үшін өндірілген электр энергиясын сақтайды. Электр есептегіші мен ажыратқыштар жүйенің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді және тұтынылатын және өндірілетін энергияның есебін жүргізеді.

Қосылу түрі бойынша күн электр станциялары дербес желілік және гибриді болып бөлінеді.

Жеке үйлер үшін ең көп сұранысқа ие гибриді жүйелер олар күн панельдерінен де сыртқы электр желісінен де күн генерациясының жетіспеушілігінен энергияны пайдалануға мүмкіндік береді.



6 – сурет - Күн панеліндегі фотоэлектрлік процестің схемалық бейнесі

Күн панельдері кремний жасушаларында фотоэлектрлік әсер арқылы электр энергиясын өндіреді. Әрбір ұяшық кремнийдің екі қабатынан тұрады: жоғарғы қабатта (n-тип) артық электрондар, төменгі қабатта (p-тип) кемшілік бар. Күн сәулесі панельге түскенде, фотондар электрондарды жылжытып түсіріп, электронды тесік жұптарын жасайды. Кіріктірілген p-n электр өрісі осы зарядтарды бөледі: электрондар n қабатына, тесіктер p қабатына қарай жылжып, тұрақты ток тудырады.

Металл контактілер бұл токты жинайды, ал шағылысқа қарсы жабын жарықтың сіңуін арттырады. Кернеуді арттыру үшін бірнеше ұяшықтар модульге қосылады (әдетте 60-72 дана). Инвертор үй желісінде пайдалану үшін тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіреді.

Заманауи технологиялар (PERC, гетеро-ауысулар) тиімділікті арттырады:

- 1)Электрондардың рекомбинациясының жоғалуын азайту;
- 2)Зарядтарды жинауды жақсарту;
- 3)Шағылысқан жарықты пайдалану (екі жақты панельдерде).

Ең жақсы коммерциялық панельдердің тиімділігі 22-25% жетеді. Процесс толығымен автоматтандырылған және 25+ жыл бойы техникалық қызмет көрсетуді қажет етпейді.

Инвертор-бұл күн панельдері шығаратын тұрақты токты айнымалы токқа айналдыруға арналған құрылғы, ол тұрмыстық және өндірістік электр құрылғыларын қуаттандыру үшін, сондай-ақ электр энергиясын жалпы электр желісіне беру үшін қолданылады. Ол өндірілетін энергияның қолданыстағы электрмен жабдықтау стандарттарымен үйлесімділігін қамтамасыз ететін күн энергиясы қондырғысының ажырамас бөлігі болып табылады. Инвертордың жұмыс принципі кернеуді берілген жиілік пен амплитудасы бар Тұрақтыдан

айнымалыға түрлендіруге мүмкіндік беретін қуат транзисторларын басқарылатын қосуға және өшіруге негізделген. Мұндай құрылғылар автономды және желілік күн жүйелерінде, сондай-ақ гибриді қондырғыларда кеңінен қолданылады. Инверторларды Қытай, Германия, АҚШ және Жапонияны қоса алғанда, электроникасы дамыған елдердегі әртүрлі компаниялар шығарады.

Инвертор күн панельдері мен ішкі немесе сыртқы электр желісі арасында қосылады және энергияны түрлендіру жүйесінің орталық бөлігі ретінде қызмет етеді. Әдетте күн панельдерінен тұрақты ток инверторға жеке кірістер (MPPT) арқылы түседі, мұнда тиімділікті арттыру үшін максималды қуат нүктесі бақыланады. Инвертор шығысынан айнымалы ток қорғаныс өшіру құрылғылары (RCD), ажыратқыштар және есептегіштер арқылы тарату қалқанына беріледі. Инверторлардың бірнеше түрі бар: желілік (on-grid), офлайн (off-grid) және гибриді — таңдау Орнату мақсаттарына байланысты. Заманауи инверторлардың ерекшелігі-кірістірілген кернеуден қорғаудың болуы, қашықтан бақылау мүмкіндігі және жоғары тиімділік (98% дейін). Инвертор маңызды, өйткені ол жаңартылатын энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін күн электр станциясының қауіпсіз, тұрақты және желіге сәйкес жұмысын қамтамасыз етеді.

Инвертордың негізгі компоненттері және олардың функциялары: Қуат транзисторлары (IGBT немесе MOSFET): тұрақты токты (DC) берілген жиілікпен және сигнал пішінімен айнымалыға (AC) түрлендіруге жауап береді. Трансформатор: кернеу деңгейін өзгерту және инвертордың кірісі мен шығысы арасындағы гальваникалық ажыратуды қамтамасыз ету үшін қолданылады. Конденсаторлар: кернеудің пульсациясын тегістейді және инвертордың тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Микроконтроллер: қорғаныс функцияларын, параметрлерді бақылауды және жұмысты оңтайландыруды қоса, инвертордың жұмысын басқарады.

Салқындату жүйесі: қызып кетудің алдын алу үшін қуат компоненттерінен жылуды кетіру үшін Радиаторлар мен желдеткіштерді қамтиды. Дисплей және басқару интерфейстері: пайдаланушыға инвертордың жұмысын басқаруға, параметрлерді реттеуге және жүйенің күйі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

1.7 жеке үй шаруашылықтары үшін күн электр станцияларының маңызы

Жеке үй шаруашылықтарында күн электр станцияларын (КЭС) орнату жаһандық энергетикалық ауысу, климаттың өзгеруі және дәстүрлі энергия тасымалдаушыларға бағаның өсуі жағдайында өзектілігін арттыруда. Бұл бірқатар факторларға байланысты: экономикалық, экологиялық, технологиялық және саяси.

Ең алдымен, күн электр станциялары электр энергиясының құнын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Электр энергиясына тарифтердің

тұрақты өсуі жағдайында, әсіресе экономикасы тұрақсыз немесе отын импортына тәуелділігі жоғары елдерде өз энергиясын өндіру мүмкіндігі халық үшін қуатты үнемдеу құралына айналуға. Халықаралық зерттеулерге сәйкес, күн панельдерін орнату аймаққа, инсоляция деңгейіне және тұтынуға байланысты энергия төлемдерін 60% - дан 90% - ға дейін төмендетуі мүмкін. Сонымен қатар, үйдегі күн электр станциясының өтелу мерзімі 5 жылдан 8 жылға дейін өзгереді, содан кейін ол таза экономикалық пайда әкеле бастайды.

Үнемдеуден басқа, жеке КЭС үй шаруашылықтарының энергетикалық дербестігін айтарлықтай арттырады. Бұл әсіресе орталықтандырылған электр желісіне қосылу жоқ немесе жоғары шығындар мен жеткізілім тұрақсыздығы бар шалғай, ауылдық немесе таулы аймақтар үшін өте маңызды. Энергияны сақтаудың аккумуляторлық жүйесі бар меншікті КЭС сыртқы инфрақұрылымға қарамастан барлық қажетті тұрмыстық және шаруашылық аспаптарды тәулік бойы тамақтандыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе Қазақстанның кейбір өңірлеріне тән электр энергиясының жиі өшуі кезінде өзекті.

Экологиялық тұрғыдан алғанда, күн энергиясы таза және тұрақты энергия көзі болып табылады. Ол атмосфераға зиянды шығарындылар шығармайды, топырақ пен су ресурстарын ластамайды. Мысалы, жылына бір 5 кВт қондырғы атмосфераға шамамен 3-4 тонна көмірқышқыл газының шығуын болдырмайды, бұл 100 ағаш отырғызуға немесе көліктің 20 000 км жүрісін қысқартуға тең. Мұндай жүйелерді жеке секторға жаппай енгізу елдегі экологиялық жағдайды едәуір жақсартып алады, ауаның ластану деңгейін төмендетеді, әсіресе жанармай қазандықтары мен ЖЭО түтінінің негізгі көзі болып табылатын қалаларда.

Технологиялық прогресс күн электр станцияларын барған сайын қолжетімді етеді. Қазіргі заманғы фотоэлектрлік панельдердің қызмет ету мерзімі 25 жылдан асады және коммерциялық қол жетімді модельдерде 21-23% жететін жоғары тиімділік деңгейін қамтамасыз етеді. Жабдықтың құны да төмендеді: 2010 жылдан бастап күн панельдерінің бағасы 80% - дан астамға төмендеді, бұл КЭС орнатуды тіпті орташа табысы бар үй шаруашылықтары үшін де үнемді етеді.

Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдайтын нормативтік-құқықтық базаның жұмыс істеуі де маңызды болып табылады. "Жаңартылатын энергия көздерін қолдау туралы" Заң және тиісті заңнама Жеке тұлғаларға артық электр энергиясын белгіленген "жасыл тариф" бойынша ортақ желіге сатуға мүмкіндік береді. Бұл өз шығындарын өтеуге ғана емес, сонымен қатар қосымша табыс алуға мүмкіндік береді, бұл КЭС орнатуға деген ынтаны күшейтеді.

Қазақстанның климаттық жағдайларын ескере отырып — күн белсенділігінің жоғары деңгейі, әсіресе жылына күн сағаттарының саны 2800-3000-ға жететін оңтүстік және батыс өңірлерде-елдің жеке күн генерациясын дамыту үшін елеулі әлеуеті бар. Бұл әсіресе "жасыл экономикаға" көшу жөніндегі мемлекеттік стратегияны іске асыру тұрғысынан перспективалы, оның шеңберінде 2030 жылға қарай елдің энергия теңгеріміндегі ЖЭК үлесі 30% - ға

жетуі тиіс. Осылайша, жеке үй шаруашылықтарында күн электр станцияларын пайдалану тек технологиялық жаңалық емес, экономикалық пайданы, энергетикалық қауіпсіздікті, қазба ресурстарына тәуелділікті азайтуды және экологиялық жағдайды жақсартуға қосқан үлесті біріктіретін стратегиялық маңызды қадам болып табылады. Күн панельдерін орнатуға жеке инвестицияларды қолдау және ынталандыру Қазақстанның энергетикалық жүйесін табысты трансформациялаудың негізгі факторы болуы мүмкін.

1.8 Күн энергетикасындағы инновация

Күн энергетикасы соңғы екі онжылдықта әлемдік энергетика секторындағы ең қарқынды дамып келе жатқан салалардың біріне айналды. Жаһандық энергетикалық ауысу және климаттың өзгеруіне қарсы күрес аясында фотоэлектрлік жүйелерді енгізу ауқымы ғана емес, сонымен қатар фотоэлементтер материалдарынан бастап интеллектуалды басқару жүйелеріне дейінгі барлық деңгейлерде Үздіксіз технологиялық жетілдіру де назарда. Инновациялар тиімділікті едәуір арттыруға, өзіндік құнын төмендетуге және күн энергиясын, соның ішінде үй шаруашылықтарын, шалғайдағы елді мекендерді және тіпті жылжымалы нысандарды кеңейтуге мүмкіндік береді.

Инновацияның негізгі бағыттарының бірі фотоэлементтерді жетілдіру болып қала береді. Нарықта ондаған жылдар бойы үстемдік еткен дәстүрлі кремний панельдері теориялық тиімділік шегіне шамамен 29% жетеді. Алайда, қазіргі зерттеулер осы шекараларды еңсеруге бағытталған. Ең перспективалы шешім күн спектрінің диапазонына әр түрлі сезімталдығы бар бірнеше қабаттардан тұратын көп деңгейлі (көп қабатты) күн батареялары болды. Мысалы, галлий арсенидінен (GaAs) алынған мұндай элементтер зертханалық жағдайда 40% — дан жоғары, ал кейбір эксперименттік жағдайларда 47% - ға дейін тиімділікті көрсетеді.

Соңғы жылдары перовскитті күн батареялары саласында айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді. Перовскиттің кристалды құрылымы бар қосылыстарға негізделген бұл материалдар жоғары жарық сіңіргіштікке, өндіруге оңай және ықтимал төмен шығындарға ие. Перовскиттердің болашағы икемді, мөлдір және тіпті басып шығарылатын фотоэлементтерді жасау мүмкіндігінде, бұл оларды архитектурада, көлік саласында және тозуға болатын электроникада пайдалануға мүмкіндік береді. 2024 жылы перовскит модульдерінің зертханалық үлгілері 26-28% тиімділікке қол жеткізді және олардың беріктігі мен сыртқы жағдайларға төзімділігін арттыру бойынша белсенді жұмыстар жүргізілуде.

Тағы бір озық бағыт органикалық және полимерлі күн батареялары болды, олар төмен салмақпен, икемділікпен және өндірістің қарапайымдылығымен ерекшеленеді. Олардың тиімділігі әзірге кремний мен перовскит аналогтарынан төмен болғанымен, олар киімге, терезелерге, ғимараттардың қасбеттеріне,

перделерге және қалалық ортаның басқа элементтеріне біріктіруге болатын күн батареяларын өндіруге жол ашады.

Күн энергетикасындағы нанотехнологияларға ерекше назар аударылады. Мысалы, кванттық нүктелерді қолдану-наноөлшемді жартылай өткізгіш кристалдар-күн радиациясының кең спектрін, соның ішінде инфрақызыл аймақты пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе инсоляциясы төмен немесе ауа-райы тұрақсыз аймақтар үшін өте маңызды. Кванттық нүктелер теориялық төмен құны бойынша 40% - дан жоғары тиімділікке қол жеткізу әлеуетіне ие.

Соңғы жылдардағы жетістіктердің бірі жоғары электр өткізгіштігі, механикалық беріктігі және мөлдірлігі бар графен материалдары болды. Графенді күн панельдеріне ендіру заряд жинауды жақсартуға, шығындарды азайтуға және жалпы тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Графен панельдерінің алғашқы коммерциялық модельдері нарықта 2024 жылы пайда болды және қазірдің өзінде 28% - дан астам тиімділікті көрсетеді.

Фотоэлектрлік және термиялық технологияларды (PV/T) біріктіретін гибриді фотоэлектрлік жүйелер де белсенді дамып келеді. Мұндай жүйелер бір уақытта электр энергиясын өндіреді және жылу энергиясын жинайды, жалпы тиімділікті 70-80% дейін арттырады. Бұл әсіресе суық климатта тиімді, мұнда күн жылуын жылыту және ыстық сумен қамтамасыз ету үшін де пайдалануға болады.

Тағы бір перспективалы шешім-Фотон шығаратын материалды жылыту үшін күн радиациясынан жылуды пайдаланатын термофотовольтаикалық жүйелер (tfv), содан кейін олар фотовольтаика арқылы электр энергиясына айналады. Бұл жүйелер теориялық тұрғыдан 50% - дан астам тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді және болашақта энергияның жоғары тығыздығы қажет болатын энергетикада қолданыла алады. Фотоэлементтердің дамуымен қатар инверторлар, аккумуляторлар және энергияны сақтау жүйелерінде инновациялар бар. Литий темір фосфатты (LiFePO_4) жаңа буын батареяларын пайдалану Жоғары беріктікті, қауіпсіздікті және тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Энергияны тұтынуды және оңтайлы бөлуді болжау үшін AI және машиналық оқытуды қолданатын интеллектуалды басқару жүйелері әзірленуде.

Интеграцияланған шешімдердің дамуы да жеделдеуде. Кіріктірілген фотоэлементтері бар құрылыс материалдары пайда болады (bipv-Building Integrated Photovoltaics), бұл күн панельдерін эстетикалық қасиеттерін төмендетпестен тікелей шатырға, терезелерге немесе ғимараттардың қасбеттеріне орнатуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе толық энергетикалық автономияға ұмтылатын жеке үйлерге қатысты.

Сонымен, инновация күн жүйелерін бақылау және техникалық қызмет көрсету салаларына да қатысты. Жылу түсіргіштері бар ұшқышсыз ұшу аппараттары (дрондар) ақауларды диагностикалау үшін пайдаланылады, ал роботты автоматты тазалау жүйелері адамның қатысуынсыз шанды аймақтардағы панельдердің тиімділігін арттырады. Осылайша, күн энергетикасындағы инновациялар материалдар мен модульдерден бастап энергияны біріктіруге, сақтауға және басқаруға дейінгі жүйелердің бүкіл өмірлік

циклін қамтиды. Бұл технологиялық жетістіктер жеке үй шаруашылықтарында күн қондырғыларының кең таралуына ықпал етеді, таза энергияның қолжетімділігін арттырады және жаһандық және ұлттық ауқымда Энергетиканың тұрақты дамуына үлес қосады. Күн әлеуеті зор Қазақстан үшін осы секторда инновацияларды енгізу "жасыл" экономикаға көшу және азаматтардың энергетикалық тәуелсіздігін арттыру тұрғысынан кең перспективалар ашады.

2 Жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясын жобалау және параметрлерін есептеу

2.1 Үйдің Географиялық орналасуы

Тандалған объект-Қазақстан Республикасының батыс бөлігінде, Ақтөбе қаласында (6 – сурет) орналасқан жеке үй шаруашылығы. Аймақ қысы суық және жазы ыстық, құрғақ қоңыржай континентальды климатпен сипатталады. Күн сағаттарының орташа жылдық саны шамамен 2200-2400 құрайды, бұл күн панельдерінен электр энергиясын тиімді өндіруге мүмкіндік береді.

Үй басқа ғимараттардан немесе ағаштардан Көлеңкесіз ашық жерде орналасқан. Рельеф тегіс, ал үйдің төбесі негізінен оңтүстікке бағытталған — бұл фотоэлектрлік модульдерді орнату үшін оңтайлы. Шатырдың көлбеу бұрышы шамамен 30-35 градус, бұл аймақ үшін ұсынылғанға сәйкес келеді.

Ақтөбе қаласы үшін оның географиялық ендігін ескере отырып, күн панельдерінің оңтайлы көлбеу бұрышы 35-38 градус. Бұл мән жыл сайынғы электр энергиясын өндіруді қамтамасыз етеді. Маусымдық түзету де мүмкін: жазда-бұрыштың 10 градусқа төмендеуі, қыста-10 градусқа жоғарылауы, бірақ көп жағдайда құрылымды жеңілдету және шығындарды азайту үшін бекітілген бұрыш қолданылады.



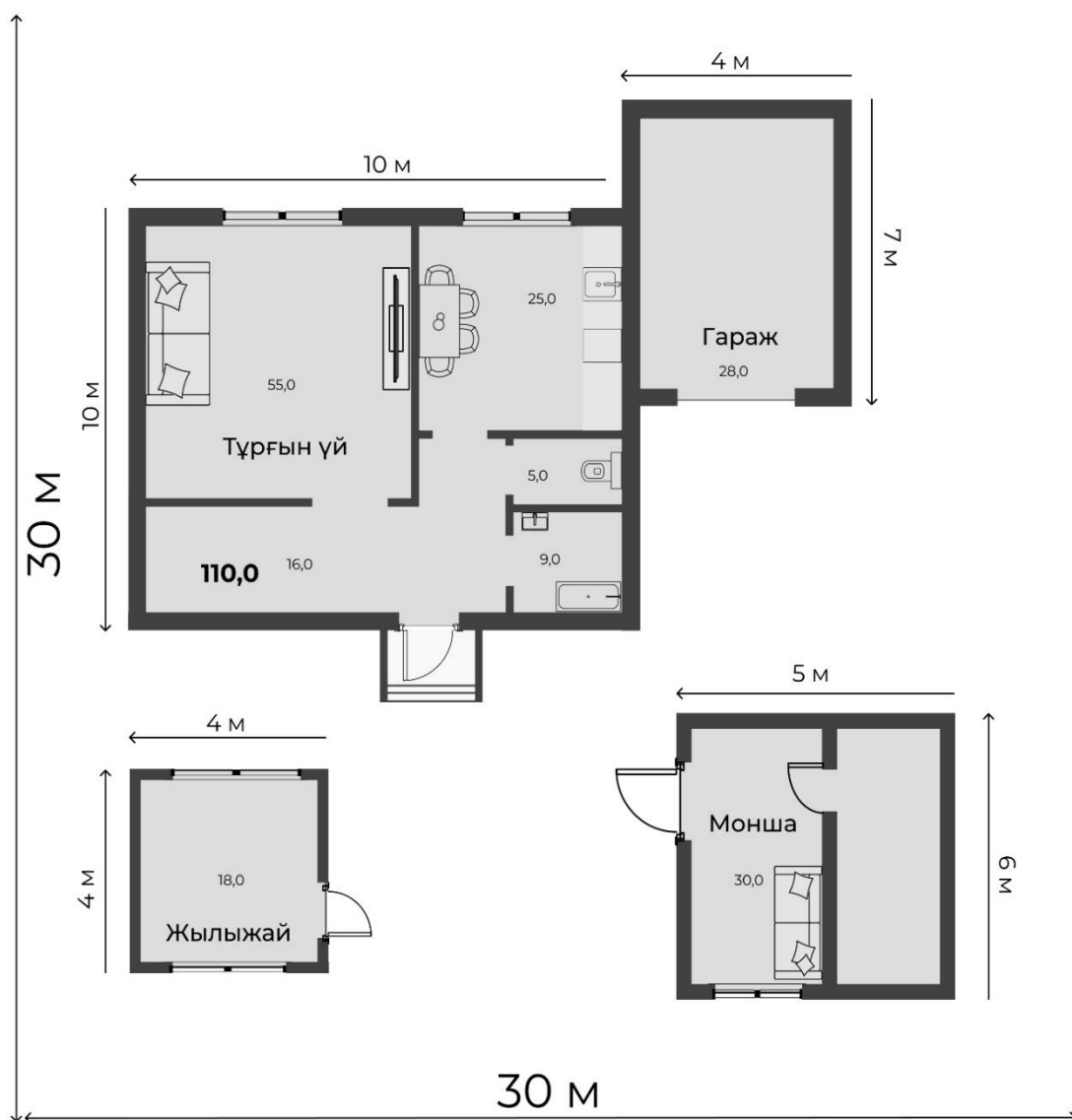
7 – сурет- Ақтөбе облысы

Көлбеу бұрышы төмен (30-33 градус) оңтүстік өңірлермен (мысалы, Шымкент) және 40-45 градус бұрыш қажет Солтүстік өңірлермен (Қостанай,

Петропавл) салыстырғанда Ақтөбедегі жағдайлар Күн әлеуеті бойынша орташа болып табылады және автономды және гибриді КЭС орнатуға жарамды.

2.2 нысананын сипаттамасы

Ауданы 100 м² бір қабатты тұрғын үйдің шатыры 30° көлбеу ағаш рафтер жүйесі бойынша жасалған, металл плиткемен жабылған, жоспарда тікбұрышты пішінді (10×10 м), жалпы қамту ауданы 110 м² құрайды, бір қабатты. Гараждың құрылыс алаңы 28 м², габариттері 4×7 м, монша — 30 м² (5×6 м), жылыжай — 18 м² (4,2×4,2 м); барлық ғимараттар бір қабатты ,ногоам түрде салынған, санитарлық және өртке қарсы қашықтықты сақтай отырып, учаске аумағында орналасқан (7- сурет).



8 – сурет – Үй шаруашылығының жоспары

2.3 үйдің тұтынатын қуатын анықтау

Электр қабылдағыштың толық қуаты келесі формула негізінде анықталады::

$$S_P = P_H * \frac{K_{\text{и}}}{\cos f}, \quad (1.1)$$
$$S_P = 240_{\text{хол}} * \frac{0,8}{0,85} = 226 \text{ВА}$$

мұндағы P_H - электр қабылдағышының номинал қуаты, кВт;

$K_{\text{и}}$ – пайдалану коэффициенті;

$\cos f$ – қуат коэффициенті.

Егер жүйеде бірнеше бірдей тұтынушылар қолданылса (мысалы, бірнеше шамдар), келесі формула қолданылады:

$$S_p = S_p * n, \quad (1.2)$$
$$S_p = 226 * 1 = 226 \text{ВА}$$

Жүйеде бірнеше бірдей құрылғыларды пайдалану қарастырылған кезде олардың жалпы қуатын есептеу келесідей жүзеге асырылады::

$$W_i = \frac{P_p * t_{\text{раб}}}{1000}, \quad (1.3)$$
$$W_i = \frac{192 * 12}{1000} = 2,3 \text{кВт}$$

мұндағы P_p - Электр қабылдағыштың есептік қуаты, кВт;

$t_{\text{раб}}$ – Электр қабылдағыштың жұмыс уақыты, сағат.

Коэффициент жабдықтың номиналды қуатын пайдалану дәрежесін көрсетеді және жүктеменің белсенді қуатының оның паспорттық мәніне қатынасы ретінде анықталады.:

$$K_{\text{и}} = P_p / P_H, \quad (1.4)$$
$$K_{\text{и}} = \frac{192}{240} = 0.8$$

Бір электр қабылдағыш немесе олардың тобы үшін қуат коэффициенті тұтынылатын белсенді қуаттың толық қуатқа қатынасы негізінде есептеледі:

$$\cos f = \frac{P_p}{S_n}, \quad (1.5)$$
$$\cos f = \frac{192}{226} = 0,85$$

26

Әрбір электр қабылдағыштар тобының есептік белсенді қуаты S_p кВт мына формуламен есептеледі:

$$S_n = \frac{P_p}{\cos f}, \quad (1.6)$$

1 – кесте - Үй шаруашылығының электрлік жүктемесі

Жабдықтың атауы	Сан ы	Қуат (Вт)	Кс	cos ф	Ррасч (Вт)	S (ВА)	Q (ВАр)	Жұмыс уақыты (сағ)	W (кВт·с ағ)
Тұрғын үй									
Қыздыру шамдары	10	40	1.0	1.0	400	400	0	4	1.6
Тоңазытқыш	1	240	0.8	0.85	192	226	119	12	2.3
Кір жуғыш машина	1	2200	0.6	0.85	1320	1553	820	1	1.32
Электр шайнек	1	2200	1.0	1.0	2200	2200	0	0.5	1.1
Микротолқынды пеш	1	1200	0.7	0.9	840	933	410	0.5	0.42
Теледидар	1	300	0.9	0.95	270	284	89	5	1.35
Компьютер	1	200	0.8	0.9	160	178	78	6	0.96
Кондиционер	1	2600	0.7	0.85	1820	2141	1130	8	14.56
Плита	1	3000	0.9	1.0	2700	2700	0	1.5	4.05
Үй бойынша жиыны:			-	-	9852	11582	3486	-	27.95
Монша									
Ыстыққа төзімді шамдар	2	50	1.0	1.0	100	100	0	3	0.3
Электр пеші	1	2000	1.0	1.0	2000	2000	0	2	4.0
Желдеткіш	1	80	0.6	0.85	48	56	29	2	0.1
Су жылытқышы	1	1500	1.0	1.0	1500	1500	0	3	4.5
Монша бойынша жиыны:			-	-	3648	3656	29	-	8.9
Гараж									
Жарықдиодты шамдар	2	6	1.0	1.0	12	12	0	4	0.048

Токарлық Станок	1	1500	0.7	0.75	1050	1400	927	2	2.1
Гараж бойынша жиыны:			-	-	1062	1412	927	-	2.148
Жалпы қорытынды:			-	-	14562	16650	4442	-	38,998

2.4 Жергілікті инсоляцияны есептеу

Күн электр станциясын жобалаудың негізгі кезеңдерінің бірі-аймақтың инновациялық әлеуетін талдау. Фотоэлектрлік жүйенің электр энергиясын өндіруі, демек, бүкіл қондырғының орындылығы кіретін күн радиациясының мөлшеріне тікелей байланысты. Сенімді суретті алу үшін көпжылдық климаттық бақылауларға негізделген орташа тәуліктік және орташа айлық күн инсоляциясының статистикасы қолданылады. Жобалау аймағының географиялық орналасуын және әдеттегі метеорологиялық жағдайды ескере отырып, жыл бойына әр айға тән күн радиациясы туралы мәліметтер жиналды және жүйеленді. Бұл деректер фотоэлектрлік модульдерді қолдана отырып, электр энергиясының ықтимал өндірісін есептеуге негіз болды. Төменде энергетикалық есептеулерді жалғастыру үшін қажетті инсоляцияның орташа тәуліктік және орташа айлық мәндерінің жиынтық кестесі берілген.

2 – кесте – Күндік және Айлық орташа инсоляция

Ай	Күн саны	Күн сайынғы орташа инсоляция (кВт·сағ/м²)	Айлық орташа инсоляция (кВт·сағ/м²)
Қаңтар	31 күн	1.5	46.5
Ақпан	28 күн	2.5	70.0
Наурыз	31 күн	3.5	108.5
Сәуір	30 күн	4.5	135.0
Мамыр	31 күн	5.5	170.5
Маусым	30 күн	6.0	180.0
Шілде	31 күн	6.5	201.5
Тамыз	31 күн	6.0	186.0
Қыркүйек	30 күн	4.5	135.0
Қазан	31 күн	3.0	93.0
Қараша	30 күн	2.0	60.0
Желтоқсан	31 күн	1.5	46.5
Орташа		3,92	119,38

Жазғы күнің орташа тәулігіндегі күн радиациясының жиынтық ағынын табамыз:

$$I_{avg} = \frac{4,5 + 5,5 + 6,0 + 6,5 + 6,0 + 4,5}{6} = 5,5$$

Қысқы күнің орташа тәулігіндегі күн радиациясы:

$$I_{avg} = \frac{1,5 + 2,5 + 3,5 + 3,0 + 2,0 + 1,5}{6} = 2,3$$

Белгілі болғандай, жазғы күнің орташа тәулігінде күн радиациясы 5,5 кВт*сағ/м. Фотоэлектрлік модульдің пайдалы әсер коэффициенті 20% деңгейінде. Осыған сүйене отырып, күн панельдері арқылы өндірілетін электр энергиясының мөлшерін анықтаймыз. Энергияны есептеу формуласы;

$$E_{фэп} = R_h * \eta, \quad (1.7)$$

мұндағы R_h - күн радиациясының жиынтық ағынының қуаты;
 η - фотоэлектрлік модульдің пайдалы әсер коэфф.

$$E_{фэп} = 5,5 * 0,20 = 1,1 \text{ кВт} * \frac{\text{сағ}}{\text{м}^2}, \quad (1.8)$$

Тәулектік энергия қажеттілігін толық өтеу үшін қажетті фотоэлектрлік түрлендіргіштердің жиынтық ауданын анықтаймыз:

$$S = \frac{W}{E_{фэп}}, \quad (1.9)$$

$$S = \frac{38,998}{1,1} = 35,45$$

Сонда қажетті фотоэлектрлік түрлендіргіштердің санын келісідей есептейміз :

$$N = \frac{S}{S_{фэм}}, \quad (1.10)$$

Мұндағы, $S_{фэм}$ – фотоэлектрлік модульдің ауданы.

$$S_{фэм} = 2.278 * 1.134 = 2.58$$

$$N_{кэс} = \frac{35,45}{2,278 * 1,134} = 13,72 = 14$$

Осылайша, тәулектік энергия қажеттілігін өтеу үшін бізге 14 фотоэлектрлік модуль қажет болады.

КЭС және ФЭМ – нің номиналды қуаты мына формуламен анықталады:

$$P_{\text{фэм}} = N_{\text{кэс}} * P_{\text{фэм}}, \quad (1.11)$$

$$P_{\text{фэм}} = 14 * 575 = 8050 \text{Вт} = 8.05 \text{кВт},$$

3 – кесте - Фотоэлектрлік модульдер

Сипаттамасы	Longi Hi-MO 5m 575Вт	Jinko Tiger Neo 580Вт	Trina Vertex S 600Вт	Canadian HiHero 600Вт
Қуат (Вт)	575	580	600	600
ПӘК (%)	21,9	22,3	22,8	23,3
Өлшемдері (мм)	2172*1303*35	2187*1102*30	2187*1200*35	2202*1134*35
Салмағы (кг)	28,5	27,8	28,2	29,1
Қарқын. коэффициент (%/°C)	-0,34	-0,35	-0,32	-0,30
Кепілдік (жылдар)	12/30	12/30	12/30	12/30
Сипаттамасы	Longi Hi-MO 5m 575Вт	Jinko Tiger Neo 580Вт	Trina Vertex S 600Вт	Canadian HiHero 600Вт
Ерекшеліктері	PERC, төмен деградация	N-TOPcon. +5Вт	LID төзімділігі	HJT, рекордтық тиімділік

2.5 Күн электр станциясының қуатын есептеу

Фотоэлектрлік модульдердің өндірілетін электр энергиясының қуаты келесі формуламен есептеледі:

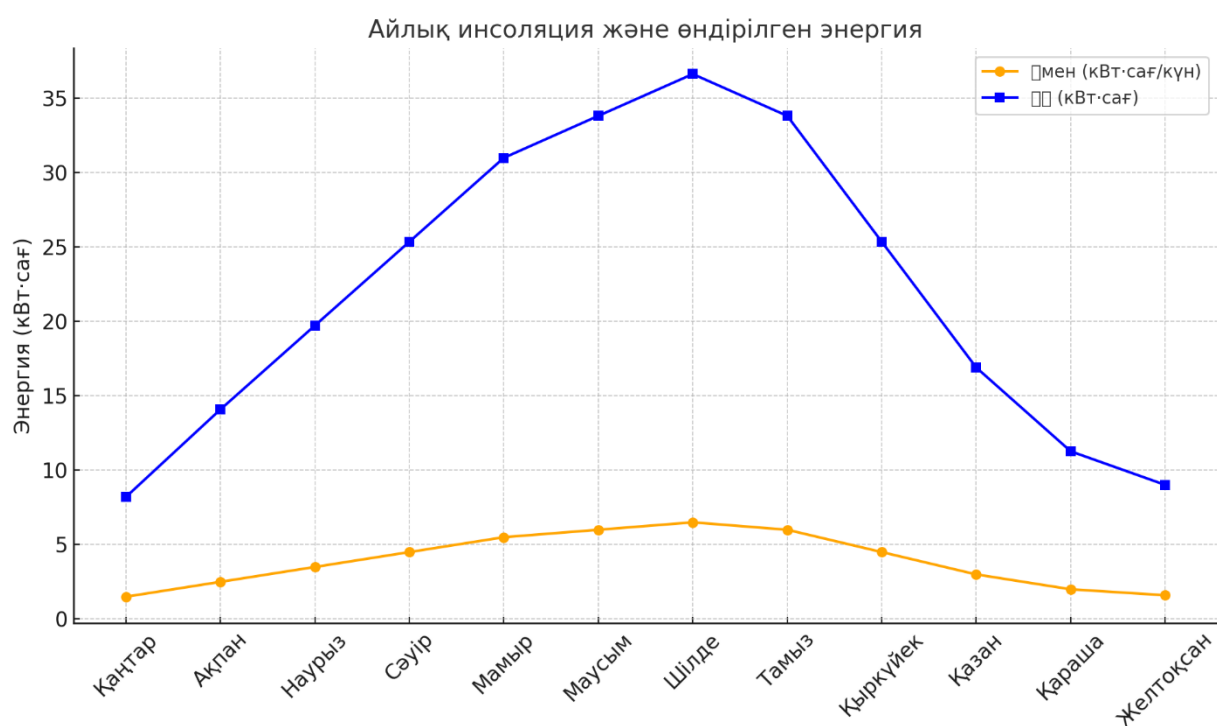
$$W_i = \frac{k_i E_{\text{мені}} P_{\text{кэс}}}{1000}, \quad (1.12)$$

мұндағы k_i – жаз және қыс мезгілдерінде сәйкесінше 0,5 - 0,7 – ге тең коэффициент.

$$W_{\text{қаңтар}} = \frac{0.7 * 1.5 * 8050}{1000} = 8,2 \text{кВт}$$

4 – кесте – Өндірілетін қуат

Ай	$E_{\text{мен}}, \text{кВт} \cdot \text{сағ} / (\text{м}^2 \cdot \text{күніне})$	$W_i, \text{кВт} \cdot \text{сағ}$
Қаңтар	1.5	8,2
Ақпан	2.5	14,08
Наурыз	3.5	19,72
Сәуір	4.5	25,35
Мамыр	5.5	30,99
Маусым	6.0	33,81
Шілде	6.5	36,62
Тамыз	6.0	33,81
Қыркүйек	4.5	25,35
Қазан	3.0	16,90
Қараша	2.0	11,27
Желтоқсан	1.6	9,016



9 – сурет – өндірілген энергияның суреті

Инверторды таңдағанда бірнеше негізгі параметрлерді ескеру қажет. Біріншіден, оның кіріс кернеуі күн панелінен немесе батареядан келетін максималды кернеуден кем болмауы керек: $U_{INV} \geq U_{AB}$. Бұл айнымалы генерация жағдайында құрылғының тұрақты жұмысы үшін маңызды.

Екіншіден, инвертордың шығыс кернеуі тұрмыстық желідегі кернеуге сәйкес келуі керек, яғни $U_{INV} \geq U_{желі}$. Бұл берілген кернеу деңгейіне байланысты электр құрылғыларының дұрыс қосылуын және жұмысын қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, инвертордың қуаты барлық қосылған тұтынушыларды қуаттандыру үшін жеткілікті болуы керек. Оның номиналды қуаты жүктеменің жалпы қуатынан 30% жоғары болуы ұсынылады: $P_{INV} \geq P_{жалпы.желе} \times 1,3$. Бұл тұтынудың күрт өсуі кезінде қажетті қуат қорын жасайды.

Сондай-ақ, инвертор жүйеге қосылған ең қуатты құрылғының бастапқы токтарына төтеп бере алуы керек. Инвертордың максималды шығыс қуаты осы мәннен төмен болмауы керек.

Соңында, инвертор ол біріктірілген электр желісінің параметрлерімен үйлесімді болуы керек. Ол бірдей жиілікте жұмыс істеуі керек және қақтығыстарды болдырмау және тұрақты қуат беруді қамтамасыз ету үшін тиісті кернеуді қамтамасыз етуі керек.

$$P_{\Sigma фэп} = N_{\Sigma фэп} * P_{фэп}, \quad (1.13)$$

мұндағы $N_{\Sigma фэп}$ - бір инверторға бекітілген фотоэлектрлік модульдердің саны

$P_{фэп}$ - бір фотоэлектрлік модульдің қуаты, Вт

$$\begin{aligned} P_{\Sigma фэп} &= 14 * 575 = 8050 \text{ Вт} \\ P_{инв} &= 8050 * 1,3 = 10465 \end{aligned}$$

Инвертордың түрін тандай, кәс-тің жүйесіне байланысты Желілік (On-Grid) — егер батареялар болмаса. Гибридті (гибридті) — егер батареялар мен резерв қажет болса. Мен тандандаған гибриді. Келесі формула бойынша қажетті инвертордың қуатын тандаймыз,

$$P_{\Sigma фэп} \leq P_{инв}, \quad (1.14)$$

Қуаты 10 кВт болатын инвертор тандаймын инверторы-тұрақты токты күн панельдерінен айнымалы токқа түрлендіруге, содан кейін оны электр желісіне беруге арналған үш фазалы гибриді инвертор. Ол жоғары тиімділікке, сенімділікке және заманауи қорғаныс мүмкіндіктеріне ие.

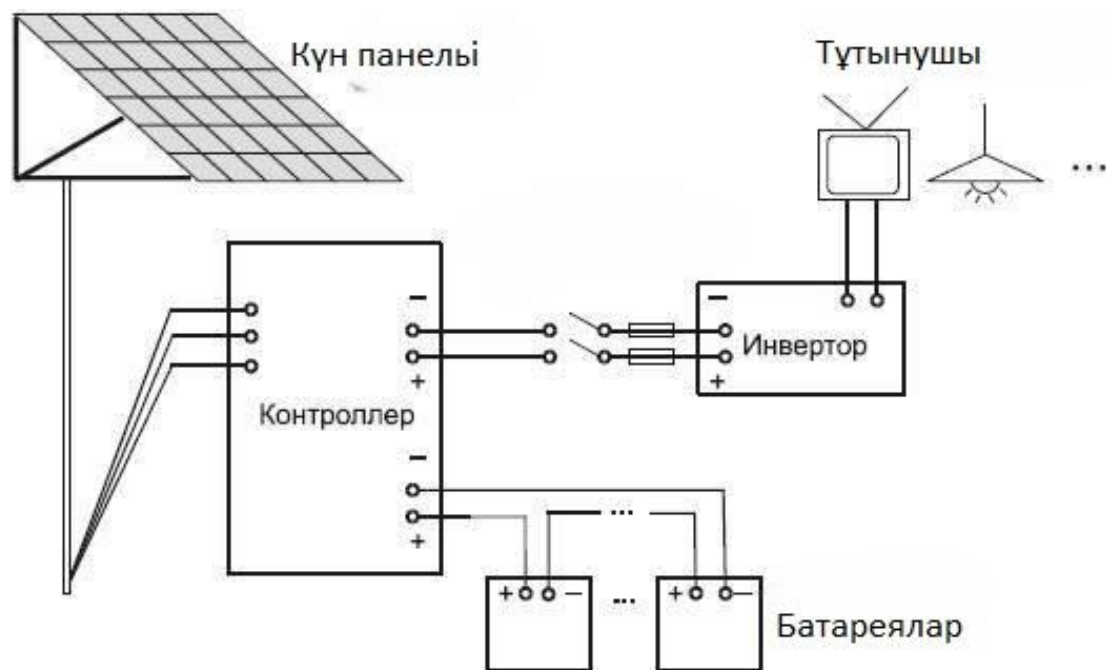


10 – сурет - Growatt SPH 10000TL3 ВН-Уринверторы

5 – кесте - Growatt SPH 10000TL3 ВН параметрлері

Параметр	шамасы
Номиналды шығыс қуаты	10 кВт
Максималды тиімділік	98,2 %
MPPT трекерлерінің саны	2
Кіріс кернеуінің диапазоны	120 – 1000 В
Кірістегі максималды ток (бір MPPT үшін)	13,5 А
Номиналды шығыс кернеуі	400 В
Қорғау дәрежесі	IP65
Өлшемдері	525 x 453 x 198 мм
Массасы	30 кг
Байланыс түрі	RS485, CAN, USB
Байланыс интерфейстері	LCD дисплей, Wi-Fi, ShineLink-X, ShineWiFi-X, ShineMaster, Shine4G-X

Growatt SPH 10000TL3 BH-UP инверторы жобаланған күн электр станциясының бөлігі ретінде энергияны түрлендірудің негізгі құрылғысы ретінде пайдаланылады. Ол күн панельдері шығаратын тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіреді, оны үйді қуаттандыру үшін пайдалануға немесе ортақ желіге беруге болады.



11 – сурет - күн батареяларынан тұтынушыға дейінгі жол схемасы

2.6 Батарея есептеу

Гибриді күн электр станциясының (КЭС) тәуліктің қараңғы уақытында немесе бұлтты ауа-райында автономды жұмысын қамтамасыз ету үшін күндіз артық энергияны жинап, қажет болған жағдайда бере алатын аккумуляторлық батарея (батарея) қажет. Бұл жүйенің сенімділігін арттыруға және электр желісіне тәуелділікті азайтуға мүмкіндік береді. Бір күн ішінде Күн ресурстары болмаған жағдайда күнделікті электр энергиясына деген қажеттілікті жабу үшін аккумулятордың қажетті сыйымдылығын анықтаймын.

$$C = \frac{E_{\text{сут}} \times D}{U * DOD * \text{пәк}}, \quad (1.15)$$

мұндағы C — қажетті батарея сыйымдылығы, а * сағ,

$E_{\text{сут}}$ - тәуліктік тұтыну, кВт * сағ

D - автономия күндерінің саны

U - тәуліктік тұтыну, кВт * сағ

DOD - рұқсат етілген разрядтың тереңдігі

$$C = \frac{38,998 \times 1}{48 * 0,9 * 0,9} = 1002 \text{ A}$$

Бұл энергия сыйымдылығында қанша екенін түсіну үшін:

$$E = C \times U, \quad (1.16)$$

$$1002 * 48 = 4,8 \text{ кВт/с}$$

Батареялар санын есептеу формуласы:

$$N = \frac{E_{\text{общ}}}{E_1}, \quad (1.17)$$

$$N = \frac{48,1}{4,8} = 10,02$$

Күн электр станциясының толық дербестігін қамтамасыз ету үшін бір күн ішінде жалпы сыйымдылығы кемінде 48 кВт·сағ болатын аккумуляторлық батареяны пайдалану қажет, бұл 100 а·сағ және 48 в батареяларға 10 Lifepo соответствует сәйкес келеді, бұл күн панельдерінен генерация болмаған кезде бүкіл жүйенің сенімді және тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

6 – кесте - Қайта зарядталатын батареяның техникалық сипаттамалары

Параметр	Мән
Батарея Түрі	LiFePO ₄
Номиналды кернеу	48в
Сыйымдылығы	100 а·сағ
Энергия сыйымдылығы	4,8 кВт * сағ
Разряд тереңдігі	90% дейін
Номиналды заряд тогы	50а
Максималды заряд тогы	100А



12 – сурет - Redway 48 В 100 А·ч LiFePO₄

2.7 Қорғаныс құрылғылары

Жобаланатын күн электр станциясының қауіпсіз және сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қорғаныс коммутациялық аппаратурасын орнатуды көздеу қажет. Ол келесі негізгі функцияларды орындайды: шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан қорғау, токтың ағып кетуінен қорғау және қызмет көрсету немесе апат кезінде жүйені қолмен өшіру мүмкіндігі. Қорғаныс өшіру құрылғысы (RCD) адамды тікелей немесе жанама жанасу кезінде электр тогының соғуынан қорғауға, сондай-ақ ағып кету токтарынан туындаған өрттердің алдын алуға арналған. Желілік күн электр станциясы жағдайында УЗО үйдегі электр желісіне кірер алдында инвертордың шығысына орнатылады.

Huawei sun2000-9KTL инверторы үш фазалы екенін ескере отырып, 25А токқа және 30ма ағып кету тогына, А немесе В типіне (инвертор сигналдарында тұрақты компоненттің болуына байланысты) үш фазалы УДЗ орнату ұсынылады. В түріне артықшылық беріледі, өйткені трансформаторы бар немесе онсыз инверторлар тұрақты ағып кету токтарын жасай алады.

Ажыратқыш қысқа тұйықталу мен шамадан тыс токтан қорғауға арналған. Ол ИНВЕРТОРДАН кейін, UZO мен үй желісі арасында орнатылуы керек. Инвертордың номиналды тогы шамамен 13 амперді құрайтындықтан, 16 амперлік үш полюсті Ажыратқышты қолдану оңтайлы болып табылады, бұл орташа бастапқы токтарға арналған С түрі.

Инвертордың MPPT кірістеріне қосылған күн панельдері жағынан тұрақты токтан қорғауды қамтамасыз ету қажет. Әрбір MPPT кірісі 7 сериялы қосылған модульден тұратын жеке жіптен қуат алады. Әрбір жіпті шамадан тыс жүктемеден және қысқа тұйықталудан қорғау үшін:

- 1) DC ажыратқышы 15-20 А, 1000 В DC
- 2) Кернеуден қорғау үшін сақтандырғыш немесе варистор
- 3) Ажыратқыш (DC switch-disconnector) - қызмет көрсету кезінде панельдерді жылдам өшіру үшін

Барлық коммутациялық жабдықты орнату үшін үй-жайдан тыс (мысалы, үйдің сыртынан шатырдың астына) немесе техникалық үй-жайдың ішіне орналастыруға жарамды IP65-тен төмен емес Қорғаныс класы бар жеке электр қалқаны пайдаланылады.

3 Экономикалық тиімділікті есептеу

Күн электр станциясын (КЭС) жобалау тек техникалық өңдеуді ғана емес, сонымен қатар Мұқият экономикалық бағалауды қажет етеді. Мұндай жобаларды іске асырудың маңызды аспектісі бастапқы күрделі шығындар мен ұзақ мерзімді перспективада электр энергиясын тұтынудың күтілетін үнемдеуі арасындағы арақатынас болып табылады. Бұл бөлімде шығындарды, жылдық пайданы және өтелу мерзімін есептеу негізінде жеке үй үшін дербес КЭС енгізудің экономикалық орындылығы қарастырылады.

Электр энергиясы тарифтерінің жыл сайынғы өсуін, тұтынудың тұрақты деңгейін және жабдықтың ұзақ қызмет ету мерзімін (20-25 жыл) ескере отырып, күн станциясын орнату тиімді инвестицияға айналады. Ай сайынғы шығындарды төмендетуден басқа, жүйе орталық желіден ішінара немесе толық энергетикалық тәуелсіздікті қамтамасыз етеді, бұл әсіресе кейбір аймақтардағы бағаның өсуі мен энергиямен жабдықтаудың тұрақсыздығы жағдайында маңызды.

Инвестициялаудың бастапқы кезеңінде күн панельдерін, Инверторды, аккумуляторларды, бекіткіштерді және монтаждау жұмыстарын сатып алу шығындары көзделеді. Кейіннен бұл инвестициялар жыл сайынғы электр энергиясын үнемдеу арқылы өтеледі.

7 – кесте – жобада тандалған жабдықтар

Жабдықтың атауы	Саны, дана.	Бірлік бағасы, ₸	Сомасы, ₸
Күн панельдері (Longi Hi-MO 5m, 575 Вт)	14	120 000	1 680 000
Growatt SPH 10000TL3 BH-UP	1	1 200 000	1 200 000
Монтаждау конструкциялары	1	300 000	300 000
Кабельдер мен қорғаныс арматурасы	-	150 000	150 000
Заземление и молниезащита	1	80 000	80 000
Redway 48 В 100 А·ч LiFePO ₄	10		450 000
Жалпы			3 860 000

Экономикалық тиімділікті есептеу.

Ақтөбе қаласындағы халық үшін орташа тариф (2024): 22 тг/кВт·сағ(айына 2000 кВт дейін тұтыну үшін).

Жылдық үнемдеу: $11\,000 \times 22 = 242\,000$ тг/жыл Тарифтердің болжамды өсуін ескере отырып (жылына шамамен 5%), қайтарымдылықты жинақталған пайда бойынша бағалауға болады:

8 – кесте – Үнемдеу динамикасы

Жыл	Тариф, тг/кВт·ч	Үнемдеу, тг	Жинақталған үнемдеу, тг
1	22	242 000	242 000
2	23.1	254 100	496 100
3	24.3	267 300	763 400
4	25.5	280 500	1 043 900
5	26.8	294 800	1 338 700
6	28.2	310 200	1 648 900
7	29.6	325 600	1 974 500
8	31.1	342 100	2 316 600
9	32.7	359 700	2 676 300
10	34.3	377 300	3 053 600
11	36.0	396 000	3 449 600

Жалпы өтелім: ≈ 11 жыл 14 Trina панелі мен 9 кВт инвертор негізінде 8,4 кВт күн электр станциясын орнату жылына 242 000 теңгеге дейін үнемдеуге мүмкіндік береді, ал толық өтелу мерзімі 11 жыл, содан кейін жүйе таза пайда әкеле бастайды. Жабдықтың қызмет ету мерзімі 25 жылдан асады, бұл жобаны экономикалық тұрғыдан тиімді және ұзақ мерзімді тиімді етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста Ақтөбе қаласында орналасқан жеке үй шаруашылығына арналған күн электр станциясының жобасы орындалды. Жобаның негізгі мақсаты жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, сенімді және үнемді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету болды.

Аймақтың климаттық жағдайларын, электр энергиясын тұтыну ерекшеліктерін және қолданыстағы тарифтерді талдау негізінде күн генерациясы арқылы үй шаруашылығының қажеттіліктерінің едәуір бөлігін қамтамасыз етуге қабілетті жүйе жасалды. Жұмыста белгіленген қуаттың, жылдық өндірістің, жабылатын жүктеменің есебі жүргізілді, сондай-ақ жобаның экономикалық тиімділігі бағаланды.

Жүргізілген техникалық-экономикалық талдау күн энергиясын пайдалану электр энергиясына шығындарды азайтуға және энергетикалық тәуелсіздікті арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетті. Сондай-ақ, мұндай қондырғыларды енгізу атмосфераға зиянды шығарындыларды азайтуға ықпал ететіні және орнықты дамудың заманауи талаптарына сәйкес келетіні атап өтілді.

Осылайша, дипломдық жұмыстың мақсаттары мен міндеттеріне қол жеткізілді және алынған нәтижелерді Күн әлеуеті жоғары аймақтардағы жеке тұтынушылар үшін ұқсас жүйелерді жобалау кезінде қолдануға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДИБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 ҚР ҚН 2.04-08-2011. Электрмен жабдықтау. - Астана: ҚР Мемстрой, 2011.
- 3.ПУЭ. Электр қондырғыларын орнату ережелері. 7-ші басылым. - М.: Энергоатомиздат, 2009.
- ГОСТ 21.613-88. Белгілер схемалардағы шартты графикалық болып табылады. Электр жабдықтары.
- 4 Малыгин, А. А. күн электр станциялары: жобалау, монтаждау, пайдалану. – М.: DMK Press, 2020.
- 5 Юферев, а. н. жаңартылатын энергия көздері: оқу құралы. - М.: Академия, 2021.
- 6 Кобалия, Г. Д. гибриді күн электр станциялары. - Санкт-Петербург.: БХВ-Петербург, 2022.
- 7 Ермаков, С. и. фотоэлектрлік қондырғылар: принциптері мен есептеулері. - М.: Энергоатомиздат, 2019.
- 8 Козлов, а. в. электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау негіздері. – М.: Лан, 2018.
- 9 ҚР Энергетика министрлігі. Электр энергиясының тарифтері бойынша ресми деректер. – [Электрондық ресурс]. - Қол жеткізу режимі: <https://www.gov.kz>
- 10 Meteonorm. Күн қондырғыларын жобалауға арналған климаттық деректер. – [Электрондық ресурс]. - Қол жеткізу режимі: <https://meteonorm.com>
- 11 PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System. – [Электрондық ресурс]. - Қол жеткізу режимі: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- 12 IEC 61724-1:2021. Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring.
- 13 СТ КазННТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.- КазННТУ, 2023

