

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.А.ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ-ТҮРІК
УНИВЕРСИТЕТІ

ӘОЖ – 620.4., 621.381.

Қолжазба құқығында

Мұхамеджанов Нурдін Бахтиярұлы

**ҚУАТЫ 1-3 КВТ ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН
ЖОБАЛАУ**

6М071800 – ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫ мамандығы бойынша техника
ғылымдарының магистрі академиялық дәреже алу үшін магистрлік
диссертация

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.А.ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ-ТҮРІК
УНИВЕРСИТЕТІ

Электр инженериясы кафедрасының

Қорғауға жіберілді:

меңгерушісі, техн.ғ.к., доцент

_____ Н.Айтжанов

(қолы)

«___» _____ 20__ ж.

Магистрлік диссертация

ҚУАТЫ 1-3 КВТ ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ

мамандығы: 6М071800 – ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫ

Магистрант

_____ Н.Б.Мұхамеджанов
(қолы) (аты-жөні,тегі)

Ғылыми жетекшісі,
техн.ғ.д.

_____ Н.Т.Рустамов
(қолы) (аты-жөні,тегі)

МАЗМҰНЫ

	АҢДАТПА.....	
	НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	
	КІРІСПЕ.....	4
1	КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУДЫҢ ТҮСІНІГІ, СИПАТТАМАСЫ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	6
1.1	Баламалы энергия көзінің, күн энергетикасының жалпы түсінігі.....	6
1.2	Дербес күн электр станциясының қазіргі таңдағы ерекшеліктері мен өзекті мәселелері.....	15
2	ҚУАТЫ 1-3КВТ ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	30
2.1	Шағын күн электр станциясының жасалуының негіздері.....	30
2.2	Күнді бақылау жүйесі.....	38
3	ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН ЖОБАЛАУ ЕСЕПТЕРІНІҢ АЛГОРИТМІ МЕН ТӘЖІРИБЕ НӘТИЖЕЛЕРІ	43
3.1	Күн электр станциясын жобалаудың маңыздылығы.....	43
3.2	Тәжірибелік бөлім. Дербес күн электр станциясының алгоритмдерін жасап жоба макетін құрастыру.....	52
	ҚОРЫТЫНДЫ	61
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	62

АНДАТПА

Бұл диссертациялық жұмыста күн энергиясын пайдаланып кіші қуатты электр станциясын жобалау, күн сәулесіне бағытталған фотоэлектрлік панельді жинақтау және оның тиімділігін есептеу алгоритмдері қарастырылған. Күн сәулесіне бағытталған фотоэлектрлік панель екі электр жетегі көмегімен күн сәулесіне бағытталу процесін амалға асырылған. Диссертацияның тәжірибелік бөлімінде 2 МВт·сағ электр энергиясын өндіретін күн электр станциясы жобаланып, олардың экономикалық тиімділігін есептеу процедурасы көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В данной диссертационной работе рассмотрено проектирование электрической станции малой мощности использующий солнечную энергию, сбор фотоэлектрической панели, направленный на солнечный луч, и расчетные алгоритмы его эффективности. Фотоэлектрическая панель, направленный на солнечный луч с помощью двух электроприводов, проведен процесс направления на солнечный луч. В экспериментальной части диссертационной работы, показан проектирование солнечной электрической станций, вырабатывающий 2 МВт·час электрической энергии. А также показаны расчетные процедуры его экономической эффективности.

ANNOTATION

This dissertation work considered designing of electric power station with low-power, using solar energy, collection of photoelectric panels, collection of photoelectric panels aimed on sunbeam and calculation algorithm of its effectiveness. Photoelectric panels aimed on sunbeam with two electric drives, carried out the process of direction at sunbeam. The experimental part of dissertation work shows designing of electric power station, generating 2MW.h electric energy. And also shows the calculated procedures of its economic efficiency.

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы магистрлік диссертацияда келесі стандарттарға сілтемелер пайдаланған:

1. Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 27 шілдедегі «Білім туралы» Заңы;
2. «Жоғары білім беру ұйымдары қызметінің үлгілік қағидалары» ҚР Үкіметінің 2013 жылғы 17 мамырдағы № 499 Қаулысы;
3. 2009 жылы қабылданған «Қалпына келетін энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Қазақстан Республикасының заңы;

АНЫҚТАМАЛАР, БЕЛГІЛЕУЛЕР ЖӘНЕ ҚЫСҚАРТУЛАР

Осы магистрлік диссертацияда сәйкес анықтамалары бар келесі терминдер пайдаланады:

Күн батареясы – күн сәулесінің энергиясын электр энергиясына айналдыратын шала өткізгішті фотоэлектрлік түрлендіргіштен тұратын ток көзі.

Баламалы энергетика – энергияны дәстүрлі қазба көздерінен (көмір, мұнай, газ және т.с.с.) емес, күнді, суды, желді пайдалану арқылы алу жөніндегі энергетиканың саласы.

Электр жетегі – машина мен механизмдердің қозғалуына қажетті механикалық энергияны электр қозғалтқышынан алатын электр механикалық құрылғы.

$E_{\text{көл}}$ – горизонталь бетке келіп түсетін қосынды күн радиациясының орташа айлық шамасы, (МДж/м²·күн);

R – орташа айлық күн радиациясының көлбей бетке келіп түсетін шамасының, горизонталь бетке түсетін шамасына қатынасы;

$E_{\text{ш}}$ – көлденең бетке келіп түсетін шашыранды күн радиациясының орташа айлық шамасы, (МДж/м²·күн);

φ – жергілікті ендік, град;

δ – күннің еңкею бұрышы, град;

α – КК бетінің горизонтқа көлбей бұрышы;

ρ – Жер бетінің шағылдырғыш коэффициенті 0,7 – қыс мезгілі үшін, 0,2 – жаз мезгілі үшін;

ХҚТУ – халықаралық қазақ түрік университеті;

ҚР – Қазақстан Республикасы;

АҚШ – Америка құрама штаттары;

СЭС – су электр станциясы;

ФЭП – фотоэлектрлік түрлендіргіш;

АС – айнымалы ток;

ДС – тұрақты ток;

МРРТ-Максималды қуат нүктесі қадағалау.

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі. Жер шарында пайдалы қазбалардың түрі өте көп. Бірақ бұл – «олар мүлдем сарқылмайды» деген сөз емес. Әсіресе, бүгінде отынның таптырмайтын түрлері мұнай мен газдың қоры жыл санап кему үстінде. Ғалымдарымыздың жуықтаған есептеулері бойынша қазіргі қарқынды тұтыну екпіні жалғаса берсе, табиғаттағы газ қоры шамамен 50 жылға, мұнай қоры 40-50 жылға ғана жететін сияқты. Сондықтан энергияны үнемді қолдана отырып, онымен тікелей бәсекеге түсе алатын басқа да энергия түрлерін – атом, су, жел, күн, т.б. энергияларды пайдаланудың маңызы өте зор. Аталғандардың ішінде энергияның қосымша көзінің бірі – Күн энергетикасы.

Күн энергетикасы дегеніміз – дәстүрлі емес энергетика бағыттарының бірі. Ол күннің сәулеленуін пайдаланып қандай да бір түрдегі энергияны алуға негізделген. Күн энергетикасы энергия көзінің сарқылмайтын түрі болып табылады, әрі экологиялық жағынан да еш зияны жоқ. Күннің сәулеленуі – Жердегі энергия көзінің негізгі түрі. Оның қуаттылығы Күн тұрақтысымен анықталатындығы белгілі. Күн тұрақтысы – күн сәулесіне перпендикуляр болатын, бірлік ауданнан бірлік уақыт ішінде өтетін күннің сәуле шығару ағыны. Бір астрономиялық бірлік қашықтығында (Жер орбитасында) күн тұрақтысы шамамен 1370 Вт/м^2 -қа тең. Жер атмосферасынан өткен кезде Күн сәулеленуі шамамен 370 Вт/м^2 энергияны жоғалтады. Осыдан Жерге тек 1000 Вт/м^2 -қа тең энергия ғана келіп түседі. Бұл келіп түскен энергия әр түрлі табиғи және жасанды процесстерде қолданылады. Күн сәулесі арқылы тікелей жылытуға немесе фотоэлементтер көмегімен энергияны қайта өңдеу арқылы электр энергиясын алуға не басқа да пайдалы жұмыстарды атқаруға болады.

Қазіргі кезде күн сәулесін пайдаланып электр энергиясын істеп шығу технологиясы өте жақсы дамыған. Бұл технологияның бағасының жоғары болуы күн сәулесін пайдаланып фотоэлементтер арқылы электр энергиясын істеп шығу кең таралуына кедергі болып тұр. Бірақ та электр станцияларын дербес түрде практикада қолдану тиімді болатын сияқты. Жұмысымыздың негізгі мақсаты күн сәулесін пайдаланып электр энергиясын алу дербес станцияларды құру технологиясы болып табылады. Бұл технологиялардың өзіне фотопанельдерді таңдау шарттарын істеп шығу. Аккумулятордың сыйымдылығын есептеу алгоритмдері фотопанельдердің күн сәулесін максималды түрде қабылдайтын электр жетегін жобалау болып саналады. [19]

Шындығында, қазіргі заманды электр энергиясыз мүлдем елестету мүмкін емес. Сол себепті де, электр энергияны алудың шығыны аз, экологиялық таза көздерін табу бүгінгі күннің негізгі мәселесіне айналып отыр. Әлем бойынша электр энергиясын ең көп өндіретін елдерге АҚШ, Қытай жатады. Осы аталған мәселелерге сүйене отырып, таңдалған диссертациялық жұмыстың өзектілігі айқындалып отыр деп есептейміз.

Зерттеудің мақсаты. Диссертациялық жұмыстың мақсаты – фотопанельдің күн сәулесіне бағытталған макетін жасау болып табылады және

осы модель негізінде халықаралық қазақ-түрік университеті (ХҚТУ) үшін 1 га жерге максималды электр энергиясын өндіретін фото панельді жасап шығу.

Қойылған мақсатты орындау үшін атқарылуы қажет **міндеттер**:

- күн сәулесіне бағытталған фото панельдің параметрлерін есептеу;
- 1 га жер үшін жасалынатын керекті фото панельдерді жинақтаудың есептеу алгоритмдерін құрастыру;
- осы жобаланған күн сәулелік күн электр станциясының ресурстық және экономикалық тиімділігін анықтау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – күн сәулесіне бағытталған электр станциясын жобалау;

- күн электр станциясын конструкциялау есептеу алгоритмін құрастыру.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми және тәжірибелік маңыздылығы.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми маңыздылығы – жобаланған күн электр станциясының ресурстық және экономикалық тиімділігінің қорытындылары энергетика саласында, ғылыми-зерттеу жұмыстарында және де оқу-үрдістерінде пайдалану мүмкіндігі.

Зерттеу нәтижелерінің тәжірибелік маңыздылығы – университет үшін 1 га жерге жобаланған күн электр станциясын құру мүмкіншілігі.

Жұмыстың апробациясы. Магистрлік диссертация бойынша алынған негізгі нәтижелер «Жаңа формацияда кәсіптік білім беру мәселелері» атты III дәстүрлі халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда, А.Ясауи атындағы ХҚТУ-нің электр инженериясы және компьютерлік инженерия кафедраларының біріккен баяндалып, талқыланды.

Тақырыптың ғылыми зерттелу дәрежесі. Магистрлік диссертациялық жұмыстың орындалуы барысында электроэнергетика, қайта жаңғыртылатын энергия көздері бойынша жарық көрген отандық және шетелдік ғалымдардың, соның ішінде:

Горбачев Г.Н. [4], Чаплигин Е.Е. [5], Воронин С.М. [6], Таран А. А. [8], Даффи Дж. [11], Бекман У.А. [12], Володин В. [13], Драбкин Л.М. [14], Хазановский П. [15] және тағы басқа ғалымдардың еңбектері негізге алынды.

Магистрлік диссертация жұмысының құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, екі тараудан, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Негізгі сөздердің тізбесі: қайта жаңғыртылатын энергия, күн электр станциясы, күн батареялары, инвертор, фото панель, фотоэлектрлік генератор, инсоляция, жүктеме.

Жарияланымдар туралы мәліметтер. Магистрлік диссертацияның негізгі мазмұны төмендегі тізімдегі 1 баспа жұмысында жарық көрген және

1. К вопросу создания солнечных мини-электростанций // А.Ясауи атындағы ХҚТУ-нің хабаршысы. – 2014. - №3 (92) қараша желтоқсан. – 15-22 б.

1 КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУДЫҢ ТҮСІНІГІ, СИПАТТАМАСЫ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

1.1 Баламалы энергия көзінің, күн электр станциясының жалпы түсінігі

Қазіргі таңда планетамыздың болашағы энергетикалық тұрғыда қандай болады деген мәселе маңызды болып отыр. Адамзат баласын энергия тапшылығына душар болу мүмкіндігі де алыс емес деген болжамдар да бар. Бүгінде дәстүрлі отынның бір түрі – мұнай үшін де соғыстар ашылууда, мемлекеттер гүлденіп немесе кедейлікке душар болуда, біршама елдердің үкімет басшылығы ауысуда. Алайда, әлем бойынша көптеген мемлекеттерде осы мәселені шешуге бағытталған орасан үлкен бағдарламалар құрылууда. Бірақ та осы бағдарламаларды да іске асыру үшін көптеген жұмыстар атқарылып, қаражат бөліну керектігінің мәселесі де туындап отыр. Соңында халықтың материалдық деңгейі және рухани мәдениеті олардың кәдесіндегі энергия мөлшеріне тікелей байланысты болып келеді. Адамзат баласының энергияға деген мұқтаждығы күн санап өсуде, сонымен қатар адам саны да уақыт өте келе арту түсуде. Осы себепті әлем ғалымдары энергияны, соның ішінде электр энергиясын қайта жаңғыртылатын энергия көздерінен алу мүмкіндігін қарастырууда. Және осы мәселе қазіргі таңда әлемдік деңгейде зерттеліп, қарастырылууда.

Күн адамзат өмірінде маңызды рөл атқарады. Біздің планетамыздың бүкіл органикалық әлемінде күннің болуы міндетті. Күн - жарық пен жылу көзі. Сонымен қатар, күнді энергия көзі ретінде қарастыруға болады. Күннің жер бетіне түсетін жарығы мен жылуы алдағы бірнеше ғасырда тоқтай қоймады деп пайымдайды әлемдік ғалымдар. Сондықтан да, күн дәстүрлі емес қайта жаңғыртылатын энергия көзіне жатады.

Жер бетіндегі адамзат баласы пайда болғаннан бері күн энергиясын пайдаланып келуде. Бұл тұжырымдар әлемнің археолог ғалымдарының зерттеулерінің нәтижесінде дәлелденген мәселе. Электр энергиясын әлемдегі барлық елдердің экономикалық саласының және халықтың дамуы бағытындағы маңызды факторлардың бірі ретінде қарастыруға болады. Мәселен, жоғарыда айтылып өткендей, күн санап адамзат баласының энергияға деген сұранысы артуда. Бұл жағдай қандай да болмасын мемлекеттің экономикалық жағдайына әсер беретіні сөзсіз.

Бүгінде, әлем ғалымдарының әрбірі энергия үнемдеу мәселесін жайлы біледі. Және осы орайда ғалымдар көптеген жаңа энергетикалық технологияларды дамыту арқылы онымен күресіп жатыр. Бұл мәселені шешу тәсілдерінің бірі – күн сәулесін пайдалану идеясы болып табылады. Күн энергиясын дамыту және жаңа технологияларды дамыту мәселелері қарастырылууда. Күн энергиясының көмегімен электр энергиясын өндіретін күн электр станциялары да бүгінде жоқ емес. Күн сәулесі тек электр энергиясын ғана емес, сонымен қатар жылумен жабдықтау жүйесінде де пайдалану мүмкіндігі бар. Осы орайда АҚШ мемлекетінің ғалымдары күн электр

станциясын жобалауда фотоэлектрлік элементтерді пайдалану керектігін ұсынды. Фотоэлектрлік элементтер мен түрлендіргіштердің тиімділігі әлемдік деңгейде зерттеліп, дәлелденді. Фотоэлементтердің күн сәулесін сіңіру қабілеті едәуір жоғары материал ретінде қарастырылады. Осы себепті фотоэлектрлік панельдің тиімділігі жайлы сөз болып отыр. [20]

Әлемдік ғалымдар жоғарыда сипатталғандай күн көмегімен электр энергиясын алу жобаларын алға қойып, іске асыруда. Алайда, бұл жобалар көптеген қаражатты қажет етеді. Сондықтан да, қазіргі таңда Қазақстан Республикасында күн электр станциясын құру үлкен мәселеге айналып отыр.

Қоршаған ортаны қорғауға деген талаптардың жоғарылауына байланысты энергетика саласын дамыту керектігі туындады. Осы мәселені шешуде әлемнің көптеген түрлі ғалымдар мен әр түрлі салалардағы мамандар атсалысып отыр. [24]

Күн энергетикасын дамыту

Сарапшылардың айтуынша, күн батареяларының ағымдағы нарықтықта көлемі шамамен 24 млрд долларды құрайды. Энергия әлемдік өндірісінің 0,04%-ға кем күн электр шоттардағы, алайда күн панелі шөлейт жерлердің тек 4% ғана жабады. Күн энергиясы адамзат баласының барлық қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткілікті деп пайымдайды әлемдік сарапшылар. Шаң, қуаң аймақтарда күн электр станциясын салу кезіндегі басты кедергілердің бірі болып саналады. Бірақ та жаңа технология бойынша қазіргі таңда әлемде өзін-өзі тазалау күн панелдері бар.

Бұл мәселенің әлемдік ғалымдар көп ұзамай шешімін тапты. Олар шын мәнінде, күн энергиясын дамуына кедергі болатын мәселені шешу үшін өзін-өзі тазалау күн батареяларын әзірледі. Өзін-өзі тазалайтын күн панелдерін іске асыру үшін бастапқыда біраз қиындықтарға алып келді. Алайда Американдық ғалымдар жаңа озық технологиялар негізінде бұл мәселенің де түйінін тапты. [28]

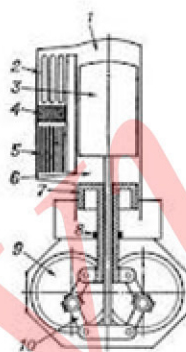
2009 жылы қабылданған «Қалпына келетін энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Қазақстан Республикасының заңы электрлік және жылу энергиясы өндірісі үшін қалпына келетін энергия көздерін пайдалануды ынталандырудың құқықтық, экономикалық және ұйымдастырушылық негіздерін бекітті. Бұл Заң қайта қалпына келетін энергия көздері жобасына арналған инвестициялық артықшылықтар беруді, нарықта және оларды желілер бойынша беру кезінде «таза» электр энергиясын пайдаланудың басымдықтарын қарастырады, сонымен қатар мемлекеттің бақылауындағы сертификаттар жүйесі арқылы қолдау көрсетеді.

2020 жылға дейінгі Қазақстанның Стратегиялық даму жоспарына сәйкес, электр энергиясын тұтынудың жалпы көлеміндегі баламалы энергия көздерінің үлесі 2015 жылға қарай 1,5%-ды, 2020 жылға қарай 3%-ды құрауы тиіс. 2010-14 жылдарға арналған Қазақстан Республикасының Үдемелі индустриалдық-инновациялық даму мемлекеттік бағдарламасы қойған басымдықтар 2014 жылы қайта қалпына келетін энергия көздерінің көлемін жылына 1 млрд кВт/сағат

деңгейіне жеткізуді көздейді. [23]

Өзін-өзі тазалайтын күн панельдерін қамтитын шыны мен пластмасса қолданылады. Шаң концентрациясы өте төмен деңгейге жеткенде болса - арнайы датчиктер электр разрядты көмегімен шаңды жоққа шығырады. Ол шаңды күн батареяларының шетіне қарай итермелейді. Осы техника бойынша 2 минут бойы шаңды шамамен 90% жояды. Бұл жүйені пайдалану үшін өте аз қуат қажет.

1-суретте көрсетілгендей Стирлингтің машинасы жабық цикл жүйесі болып табылады. Бұл машинада, механикалық энергия ең көлік сорғыш астында жұмыс істейтін, іштен жану қозғалтқыштары бар. Бұл принциптің айырмашылығы сыртқы жылу көзі өндірілетін 95 см^3 көлемі төрт-цилиндр ішінде сутегі бар - жылыту және салқындату, ол кеңейтеді және цилиндрлік, поршеньдік жоғары және төмен жылжыту және шағын электр генераторлары бар. [25]



1.1-сурет. Стирлинг машинасы

Зерттеу жұмыстары шөл далада өткізілді. Температура нөлге жақын болды және аспан әдеттегіден 8% артық мөлдір болды. Суық ауада және неғұрлым тиімді, ыстық күн, автомобиль арасындағы айырмашылық үлкен. Ал 25 кВт жүйесі қуатын жеткізу басталды.

Жаңа технологиялар эволюциялық артықшылығы күн сәулесінің өте кішкентай дақ шоғырланған болып табылады. Бұл 800°C орташа температурасы мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Стирлинг машинасының тиімділігін көрсететін қисық салыстырмалы ұзақ, жазық үстірт болып табылады. Басқаша айтқанда, энергетикалық шығу күн қақпағын қабылдамау немесе бұлтқа бейім болса да, барынша жақын болады.

Күн батареяларын электр өндіру экологиялық қауіпсіз болып табылады, бірақ оларды құру кезінде көптеген зиянды заттар өндіріледі. [6]

Күн энергетикасының техникасы

Қазақстан нарығына күн энергетикасын дамыту үшін арналған импорттық үлгілер жеткізілуде. Алайда, олардың бағасы өте қымбат болуда. Мысалы, жарықтандырудың фотоэлектрлік жүйесінің құны 200-250 мың теңгені құрайды. Автономды электрмен жабдықтау жүйесі 830 мыңнан 21,6 млн-ға дейін барады. Бұндай бағада күн энергетикасы еліміздің тек бай

қауымына ғана қол жетімді болады. Ал барлығы дерлік керісінше болуы тиіс және күн энергетикасы бірінші кезекте еліміздің қоғамның бай емес бөлігіне қол жетімді болуы тиіс.

Құрылғылардың көптеген мөлшеріндегі үлгілер өте аз қуатқа ие. Мәселен, фотоэлектрлік түрлендіргіштерде жұмыс істейтін автономды электрмен жабдықтау жүйесі қуатының мөлшері 0,3-3 кВт аралығында, кейде 5-8 кВт аралығында болуы мүмкін. [8]

Энергетиканың осы саласындағы даму елімізде біршама төмен жағдайда болды. Алайда, 2007 жылдан бастап отандық фотоэлектрлік түрлендіргіштердің шығарылуы жүзеге асырылуда. Бұл еліміздің осы баламалы энергетикасына деген алғашқы қадамдары деп түсінеміз.

Еліміз осылайша энергетиканың жаңа саласына деген алғашқы қадамдарын жасады. Алайда, бұл еліміздегі күн энергетикасының жағдайы көтеріліп кетеді деген сөз емес. Мәселен, Қазақстан әлі де күн көмегімен электр энергиясын алатын дайын өнімдерді, сонымен қатар күн электр станциясын шығарған жоқ. Ал өндіріліп жатқан фотоэлектрлік түрлендіргіштердің барлығы дерлік Япония, Оңтүстік Корея, АҚШ, ЕО (еуропалық одақ) елдеріне экспортталуы жоспарланып отыр. Ақтаудағы отандық зауыттың өзінде ЕО елдеріне құрылғылардың 80% экспортталады.

Бұл жағдайды осылай қалдырған жөн болмайды. Себебі, келешекте Қазақстан күн энергетикасын дамыту саласында тек құрама бөлшектерін ғана өндіретін ел ретінде қалып кету қаупі бар. Мәселен, еліміз экспорттаған құрама бөлшектерінің көмегімен құрылған күн энергетикасының дайын құрылғыларының бағасы біршама көтеріліп, экономикамызға біршама зардабын алып келуі мүмкін.

Кристалды кремний және арсенида галлий негізінде күн қондырғылары фотоэлектрлі ұяшықтар пайдаланылады. Соңғы жақсы жылу тұрақтылығы мен 20% дейін нақты жоғары тиімділігі бар. Жартылай өткізгіш гетероструктуры қолдану конвертер жартысында тиімділігін арттырады. Күн инверторы әдетте, ғимараттың жоғарғы бөлігінде орналасқан жылу коллекторды ауыстыру және жарықтандыру, жылыту және механикалық жұмыстар үшін ағымдағы ағыны өндіріліп жатыр.

Сондықтан, бұл кәсіпорындар поликристалды кремнийді өндіруден кейін экспортқа шығарудан алдын Қазақстан нарығына қажетті дайын күн батареяларын өндіру мәселесін қолға алуы тиіс. Бастапқыда импорттық құрылғылар сияқты жоғары сапалы, жоғары пайдалы әсер коэффициентіне тең болмаса да, бастысы олар саны мен бағасы бойынша қол жетімді болса болғаны. Осы кезде ғана Қазақстанның энергияға мұқтаж жерлерінде күн энергетикасын дамыту бағдарламасын жүзеге асыруға болады. Сондықтан, бірінші кезекте осы құрылғылар елімізде өндірілуі тиіс және екі орташа айлықтан артық болмауы тиіс. Осы жағдайда ғана күн энергетикасының дамуы елімізде әлдеқайда алға жылжиды деп есептеймін. [1]

Энергетика және ресурстар бағалау энергия бағасының артықшылықты көзі, ресурстарды алу жеңілдігі, тәуелділігі, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау

және басқа да елдер болуы денсаулық әсерлер қарастырылады. 4,5 млрд әлем халқының әлемдік орташа көрсеткіштен басқа 6,5 млрд талғампаздығы астам көзқарас энергия дар дәнекерлеуіш ұштық тұтынады; Әлі де коммерциялық емес энергия көздері (ағаш, өсімдік және жануарлар қалдықтарын) 2,4 млрд қоса берілген онда; Ол жарық жарық елдерге қарағанда 7 есе жоғары болды дамыған елдерде келеді зұлымдық бірлігіне 1,6 млрд электр және энергия шығынын жетті Танымал. Бұл SMA электр көрсете әлемдік энергетикалық нысанда ең жылдам екен.

Атап айтқанда, ол жамандық болды және жамандық, олар дамушы елдерде қоғамның келіп электр жүйелерін дамытуға тұратын стандарттар, халықтың жан басына шаққандағы электр олардың тұтыну энергия қарқынды күнделікті өлшенеді.

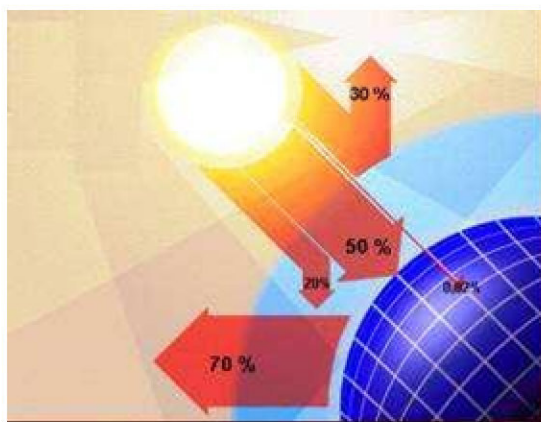
2007 жылға қарай әлемнің жан басына шаққандағы орташа жылдық электр энергиясын тұтыну 2,752 кВт·сағ, АҚШ-та 13,616 Вт·сағ, Түркия үшін 2,210 Вт·сағ. Электр жаңартылатын және сарқылуы ресурстар әдетте қымбат алуға болады энергия түрі. Экономикалық төмен қуат энергия бағасының дамыту және жұмыс мәжбүр СЭС басқа жаңартылатын көздерін тұтынушылар үшін қазба отын айтуынша, бұл жоғары құны, бұл, әдетте, белгілі факт болып табылады. Екінші жағынан, энергия есту таратуға барлық елдер үшін олай емес. Бұл энергия көзін алуға тырысып тұтынушылардың жағдайы өз энергия қорларының, және т.б. өндіру үшін жағдайы әлемде кейбір елдер.

Күн энергиясы күннің ядросында орналасқан термоядролық процессімен шыққан радиацияның энергиясы болып табылады. Күндегі сутегі газының гелийге айналуы сияқты термоядролық процессінен келіп шығады. Бұл энергияның кішкене бір бөлігі де адамзаттың энергия тұтынуынан бірнеше есе көп. [5]

Күн сәулесі энергиясынан пайдалану туралы зерттеулер 1970 жылдан бастап арта түскен, күн сәулесі энергиясы жүйелерінің технологиялық тұрғыдан дамығанын және өзіндік құндылығының азайғанын көруге болады, күн сәулесі энергиясы қоршаған ортаға зиянын тигізбейтін, таза энергия көзі болып табылады.

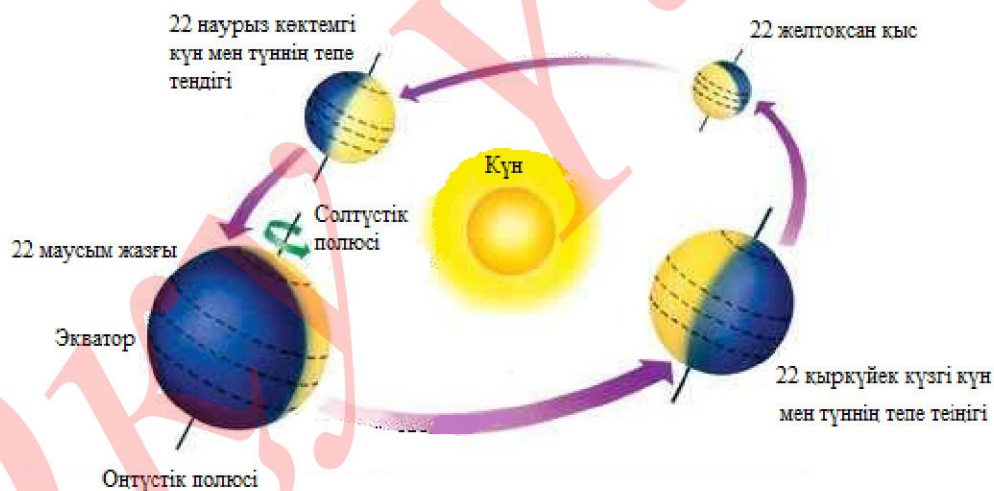
Жер мен Күн арасындағы арақашықтықтың 150 миллион км болуына қарамастан, жерге күннен келетін энергия, жер бетінде бір жылда қолданылған энергиядан 20 есе көп. Күннің 5 миллиард жылдан кейін таусылатындығы жобалануда, сондықтан да таусылмайтын энергия көзі деп айтуға болады. Күннен келетін радиацияның таралуы 2.3 кестеде берілген. [10]

Күннен келген радиацияның 30% жер атмосферасынан кері қайтады, 20% атмосфера және бұлттарда қалады, қалғын 50% атмосферадан өтіп, жерге жетеді. Бұл энергияның арқасында Жерде жылу пайда болады және өмір сүруге ыңғайлы жағдай туады. Желдің тұруына және океан суларының толқындануына да осы жылу себеп болады.



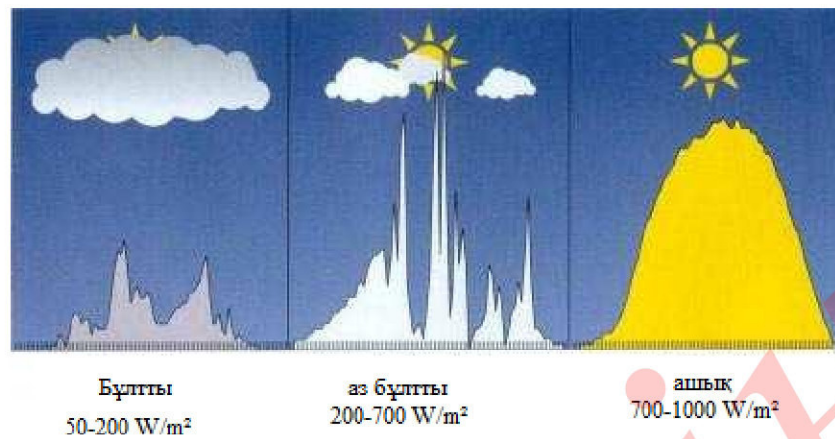
1.1-сурет. Күннен келген радиацияның таралуы

Жер бетіне жеткен күн радиациясының 1% нан аз бөлшегі өсімдіктердің фотосинтезінде қолданылады. Өсімдіктер, фотосинтез арқылы күн сәулесімен бірге көміртегі диоксиді мен суды қолданып, оттегін шығарады. Жердің өмір сүруге ыңғайлы болуына себеп болады. Жер бетіне келген радиация соңында жылуға айналады да, ауаға қайтады. Жер бетіне тараған радиация, күннің арақашықтығы және сәуленің түсу бұрышы 2.4-кестеде көрсетілген.

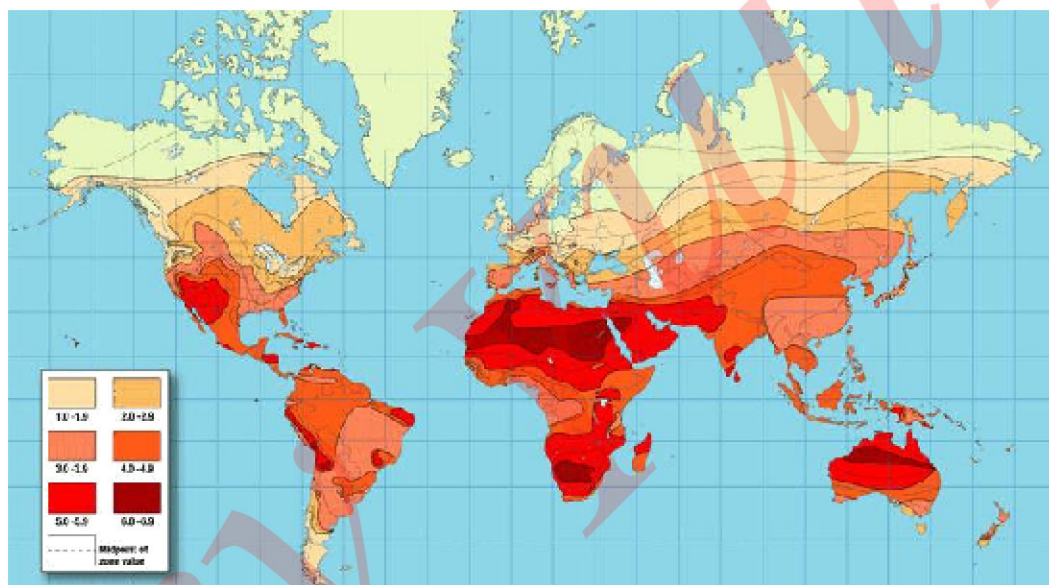


1.2-сурет. Жердің Күннің айналасында қозғалуы.

Жер бетіне тараған күннің жылуы, күннің арақашықтығы және күн сәулесінің келуіне байланысты айырмашылықтар көрсетуде. Бір нүктедегі күн жылуы, жердің географиялық орнына, жердің жылдық айналымына орай күнмен арадағы арақашықтықтың өзгеруіне және күнделікті атмосфералық жағдайларға байланысты өзгерісте болады. Әр-түрлі атмосфералық жағдайлардың күн жылуына беретін әсері 2.5-кестеде берілген. [12]



1.3-сурет. Әр түрлі атмосфералық жағдайлардың күн жылуына әсері



1.4-сурет. Жердің радиациялық картасы

Күн батареялары электр энергиясы қажет болған кез келген жерде пайдаланылуы мүмкін. Күн батареялары модульдері, қолданылу аясына қарай аккумуляторлар, түрлендіргіштер аккумуляторды зарядтауды басқару құрылғылары, электрондық қолдау схемаларымен бірге қолданылып бір күн батареясы жүйесін (фотозлектрлік жүйелері) құрайды. Бұл жүйелер әсіресе қоныстық жерлерден алыста, электр желісі болмаған жерлерде, генераторға жанармай алып келу қиын және қымбат болған жағдайдағана қолдануға болады.

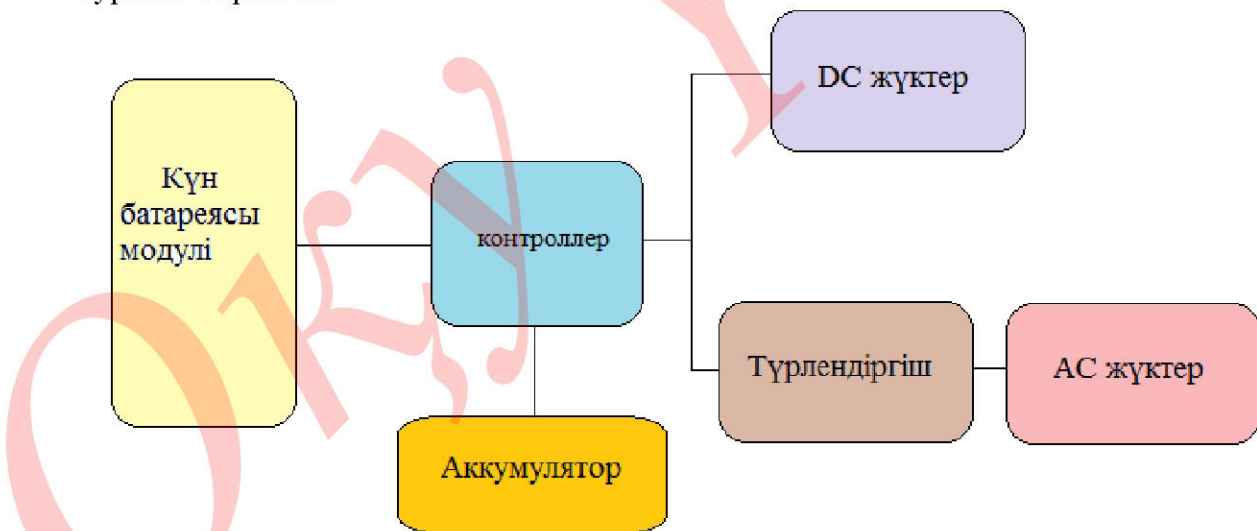
Күн батареяларының құны (АҚШ-та 1970 жылдардың кезінде құны – 60\$, 1980 жылдары – 1\$, ал қазіргі таңда – 20-30 центті құрайды) қазіргі таңда біршама төмендеуде. Себебі күн батареяларына деген сұраныс жыл санап 25%-ға өсіп отыр, одан 40 МВт қуат алуға болады. 1970-жылдардың ортасына таман күн батареяларының тиімділігі арсенида галлий және галлий кереғар екі

қабатты таңбаларының - пробиркалар 18% қазіргі уақытта кристалды кремний элементтерін 28,5% және 35% болып табылады. Олардың тиімділігі (тіпті зертханалық жағдайларда, 16% -дан жоғары емес) төмен болып табылады, бірақ жақсырақ жұқа пленкалы элементтері (1-2 мкм) жартылай өткізгіш материалдарды дамытылған, мәні өте аз (қазіргі күн батареяларын құнының кемінде 10%). [15]

Күн энергиясын жылыту (ыстық су жылыту) үшін, әр түрлі өнімдер мен материалдарды кептіру, ауыл шаруашылығында, өнеркәсіпте өндірістік процестерде пайдалануға болады.

Бұл жүйелерде жеткілікті мөлшерде күн батареялары модулі, энергия көзі ретінде қолданылады. Күн сәулесі жеткіліксіз болған жерлерде немесе түнгі уақытта қолдану үшін бұл жүйеде көбінесе аккумулятор болады. Күн батареясы модульдерді күн бойы электр энергиясын жасап шығып оны аккумуляторға жинайды, жүкке керек болған энергия аккумулятордан алынады. Аккумулятордың көп қысқарту немесе зарядының отырып қалуының алдын алу үшін өңделінатын тексергішті аккумулятордың жағдайына қарай, не күн батареясынан келген ағымды немесе жүктің тартып тұрған ағымын тоқтату керек. Желіге ыңғайлы болған электр ағымы қажет болған жағдайда, жүйеге бір түрлендіргіш жалғанып, аккумулятордағы ДС кедергісі, 220 В, 50 Гц-дық синусоида толқынына өзгертіледі. Осы сияқты, қолданушының түріне қарай әр-түрлі жүйелерде, күш нүктесін табушы құрылғы қолданылады. [17]

Желіден тыс бір күн батареясы энергиясы жүйесінің блок схемасы 1.5-суретте берілген.



1.5-сурет. Күн батареясы энергия жүйесінің блок сұлбасы

Күн батареясы жүйесінің желісінен тәуелсіз (stand - alone) қолданылатын қолданбалы аяндар төменде берілген:

- Ақпарат станциялары, ауыл радиосы, желісіз және телефон жүйелері;
- Мұнай құбырларының катодтық қорғанысы;
- Металдан жасалған заттарды коррозияға қарсы қорғау;

- Электр және су тарату жүйелерінде жасалатын телеметриялық өлшеу, ауа тексері станциялары.;
- Ғимараттың ішін немесе сыртын жарыту;
- Шалелер немесе алыс жерлерде орналасқан үйлердегі ТВ, радио, тоңазытқыш сияқты электр тоқымен жұмыс істейтін құрылғылар;
- Егістік жерлерді суару немесе үй шаруасы үшін су насос;
- Орман күзету орындары;
- Теңіз фонарі;
- Алғашқы көмек көрсету, дабыл және қауіпсіздік жүйелері;
- Зілзала және метеорологиялық байқау станциялары;
- Дәрі және вакциналарды сақтау.



1.6-сурет. Күн батареясы энергия жүйесінің шағын бағдарламаларда қолданылуы



1.7-сурет. Күн батареясы энергия жүйесінің ауқымды бағдарламаларда қолданылуы

Күн батареялары - (фотоэлектрлік батарея) бетіне түскен күн сәулесін электр энергиясына айналдыратын жартылай өткізгіш құрылғылар болып табылады. Үстіңгі жағы тік төртбұрыш, дөңгелек пішінде жасалған күн батареяларының алаңы көбінесе шамамен 100 см^2 , қалыңдығы $0,2-0,4 \text{ мм}$ болады.

Күн батареялары фотоэлектрлік қасиетінің арқасында жұмыс істейді, яғни үстіне күн сәулесі түскен кезде ұштарында электр кедергісі пайда болады. Батарея берген электр энергиясының көзі, күн батареясының құрылымына қарай 5% бен 20% арасында бір айырмашылықпен электр энергиясына өзгере алады.

Қуат көзінің шығуын арттыру мақсатында көптеген күн батареяларын бір біріне параллель немесе бір-бірінің соңына байлап бір тегіс жерде орнатылады.

Бұл құрылғы күн батареясы модулі немесе фотоэлектрик модуль деп аталады. Электр энергиясына деген сұранысқа байланысты бір біріне тізбектеліп немесе параллель етіп байланып бір неше ватт немесе мегаваттқа дейінгі жүйені құрайды. [29]



1.8-сурет. Күн батареясы және модулі

1.2 Дербес күн электр станциясының қазіргі таңдағы ерекшеліктері мен өзекті мәселелері

Күннен алынған энергияны электр энергиясына айналдыру үшін ең тиімді жартылай өткізгіш фотоэлектрлік түрлендіргіштер болып табылады. Олардың осы жүйедегі пайдалы әсер коэффициенті 90%-ға дейін жетеді. Бұл энергия қайтымсыз шығындарды төмендетуге бағытталған. Сонымен қатар, түрлендіргіштердің параметрлерін оңтайландыру арқылы 50% немесе одан да көп нақты практикалық тиімділікке қол жеткізуге болады.

Күн энергиясын фотоэлектрлі конверсиялау саласында теориялық зерттеу және тәжірибелік әзірлемелер және осы мақсатқа жету үшін негізгі тәсілі бар сияқты тиімділігі жоғары құндылықтардың орындылығын растады.

Күн батареяларын энергиясын түрлендіру күн сәулесінің әсеріне ұшыраған кезде біртекті жартылай өткізгіш құрылымдарда кездеседі фотоэлектрлік әсеріне негізделген. Атомның немесе химиялық құрамын өзгерту арқылы теңіз тобы энергетикалық электронды жасағының түрлі жартылай қосу арқылы - күн батареяларының құрылымын біркелкі түрлі қоспалардың (p-n өткелден құру) сол жартылай өткізгіш арқылы алуға болады. Сонымен қатар, осы әдістерді ұштастыру арқылы күн батареяларының тиімділігі біртекті жартылай өткізгіш құрылымы және оптикалық қасиеттерін, күн сәулесінің сәулелендірілген жартылай ішкі фотоэффект құбылыстарына байланысты болып келеді. Және де электрлік сипаттамаларына байланысты фотоэлектрлік

түрлендіргіштер өткізгіштік қызметін атқарады. Күн батареяларының принципі кеңінен заманауи күн және ғарыш энергиясында пайдаланылады. Өтпелі р-n-түрлендіргіштердің мысалын түсіндіруге болады. Электрон-тесік өтпелі қарама-қарсы өткізгіштік түрі беттік қабатының құруды қамтамасыз ететін, нақты өткізгіштік түрі (яғни, р- немесе n- немесе түрі) болып саналады. Осы қабаттағы қоспалар концентрациясының базасын (бірінші монокристалдық) материалдық-қарсы өткізгіштігінің жетімді онда негізгі бос заряд тасымалдаушылардың бейтараптандыру және белгі жасау үшін қоспалық концентрациясы айтарлықтай жоғары болуы тиіс. N мен p аймақтарының шекарасында сыртқы алымдардың нәтижесінде n -қабаттағы өтеусіз көлемді оң заряд құрылады және р-қабаттағы теріс зарядты құрылады. Бұл аймақ бірге РП-айрығын құрайды. Яғни, негізгі заряд тасымалдаушылардың өтуін болдырмайды. N-қабатындағы электрондар көшу кезіндегі әлеуетті кедергі пай болады, бірақ қарама-қарсы бағытта бірқалыпты азшылық тасымалдағыштар өтеді. PN-тораптары мен күн сәулесінің күн батареяларын сәулелендірілген кезде фото-ЭҚК алу мүмкіндігін анықтайды. Азшылық тасымалдаушылар еркін көшу арқылы өтеді және негізгі (тесік) жарық екі қабаттар тең емес заряд тасымалдаушылар (электронды-тесік жұп) PN-түйіскен бөлінеді. Осылайша, ток екі бағытта PN-түйіскен арқылы күн сәулесінің әсерінен ғана күн батареяларын жұмыс істеу қажет тепе азшылық тасымалдаушы алым-фотоэлектрон ағатын болады. Сыртқы тізбек жабылса, жұмыс жүктемесінің асыратын N-қабатынан электрондар, қарама-қарсы бағытта қозғалатын, тесігі бар (аралас) р-қабаттағы оралды және онда ағыны болады. PN байланыс жүйесі бар жартылай өткізгіш құрылымын бетіндегі сыртқы тізбегіне электрондардың жинау және жою үшін арналған. Алдынан, түрлендіргіш байланыстарды жанып бетінің тордағы немесе тарақты жасалады және артындағы қатты болуы мүмкін. [27]

Күн батареяларын энергияның негізгі қайтымсыз шығындарына байланысты:

- Түрлендіргіш бетіндегі күн сәулесінің көрінісі;
- Күн батареялары арқылы өтетін сәуле жұтуы;
- Жылу энергиясын фотонды шашырату арқылы;
- Фото жұп рекомбинация бетіндегі және күн батареяларын көлемде қалыптастырылған,
- Ішкі кедергісі түрлендіргіш;
- және тағы басқа да физикалық процестер.

Күн батареяларын энергетикалық шығындарды барлық түрлерін азайту үшін әзірленді және табысты қызметінің әр түрлі бағыттары қолданылады.

Оларға мыналар жатады:

- ✓ Оңтайлы күн радиациясының аймағының енін жартылай пайдалану;
- ✓ Жартылай өткізгіш құрылымын, қасиеттерін жақсарту және кіріктірілген электр өрістерін тудыру арқылы;
- ✓ Біртекті және гетерогенді алшақтық жартылай өткізгіш құрылымдарға көшу бағаланады;

✓ Күн батареяларын жобалық параметрлерін оңтайландыру (PN-өткелінің тереңдігі, базалық қабатының қалыңдығы, байланыс торының жиілігі және т.б.);

✓ Көпфункционалды оптикалық жабындарды пайдалану, ғарыштық сәуле ФЭП температура бақылау мен қорғауды қамтамасыз ету;

✓ Іргелі сіңіру жолағы шетінен күн спектрін толқын ұзындығы облысында ашық күн батареяларын дамыту.

СЭС жүйесін қайта энергиясын (күн электр) принципі кез келген пайдаланылуы мүмкін және қазіргі уақытта жартылай өткізгіш материалдарды түрлі құрылымында негізделген ФЭП әр түрлі дамыған, бірақ олардың барлығы осы жүйелер үшін күрделі талаптарға сай болуы:

- Ұзақ мерзімді жұмыс (он жыл) үлесінің жоғары сенімділігі;
- Айырбастау сомасын элементтерін өндіру үшін жеткілікті бастапқы материалдарды қолжетімділігі мен жаппай өндіру қабілеті;
- Қолайлы конверсиялық жүйесін құру энергиясын өтелу мерзімі тұрғысынан;
- қызмет көрсету қарапайымдылығы.

Шектеулі табиғи шикізат ресурстарын және оның қайта өңдеу қиындық қажетті мөлшерде құру үшін пайдаланылады. Мысалы, кейбір озық материалдар, оңай қол жетімді. Мысалы, төмен бағамен, олардың жаппай өндіріс мүмкіндігімен нашар үйлесімді кешенді құрылымдар жасау арқылы, күн батареяларын энергетикалық және сипаттамалары жақсарту үшін кейбір әдістері, т.б. пайдалану. Жоғары өнімділік, яғни ұйым толық таспа технологиясы және профильді тиісті мамандандырылған кәсіпорындардың дамыған желісін құру негізінде, мысалы, күн батареяларын өндіру автоматтандырылған жағдайда ғана қол жеткізуге болады, іс жүзінде бүкіл өнеркәсіп, қазіргі заманғы электрондық саласына ауқымда салыстырмалы. Құрастыру желілерінде күн батареяларын және күн батареяларын өндіру автоматтандырылған батарея модуль құнын 2-2,5 есе төмендетуді қамтамасыз етеді. [31]

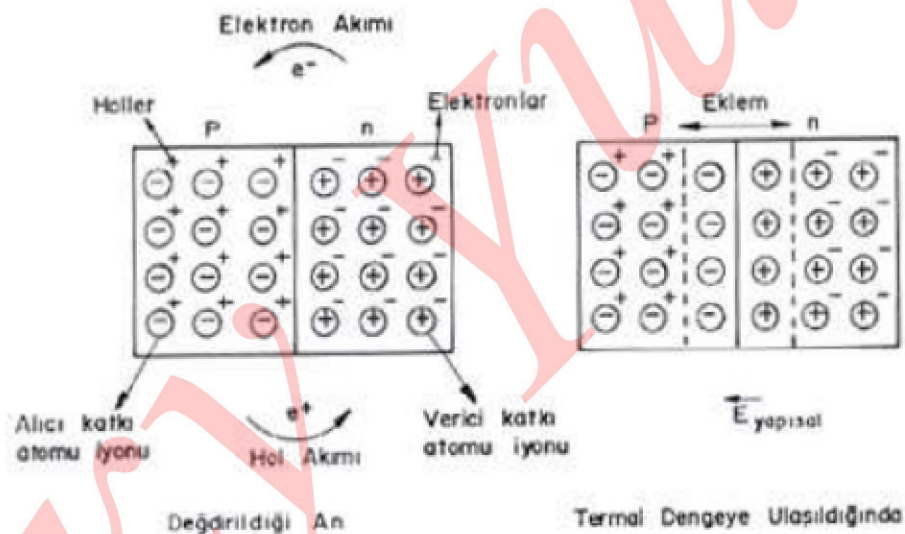
Бүгінгі таңда электрондық құрылғыларда қолданылатын транзисторлар, түзеткіш диодтар сияқты күн батареялары да жартылай өткізгіш заттардан жасалады. Жартылай өткізгіштік қасиеті бар заттардың арасында күн батареяларын жасау үшін ең ыңғайлы болып табылатын кремний, галлий мышьяк, кадмий теллур сияқты заттар болып табылады.

Жартылай өткізгіш заттардың күн батареясы ретінде қолданыла алуы үшін n немесе p түріндегі қосындысы керек. Қосынды (араласпа) таза жартылай өткізгіш ерітіндінің ішіне қажет болған қосынды заттың бақылау арқылы қосылуына айтылады. Ең көп қолданылатын күн батареясының материалы ретінде қолданылатын кремнийден n түрі силицийді алу үшін силиций ерітіндісіне мезгілдік кестенің тобынан бір элемент, мысалы, фосфор қосылады. Силицийдің сыртқы қабатында фосфордың сыртқы қабатында 5 электрон болғандықтан, фосфордың артық электроны кристалл құрылымға бір

электрон береді. Сондықтан V элементтері «таратқыш» немесе «n» түріндегі қосынды деп аталады.

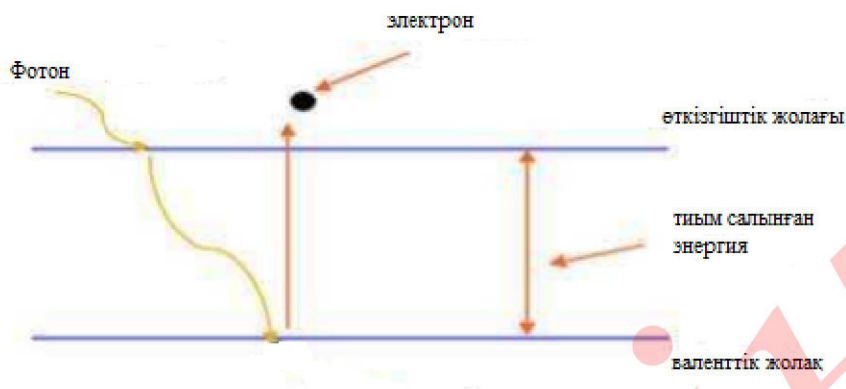
P түріндегі кремнийді алу үшін ерітіндіге 3-топтан бір элемент (аллюминий, бор сияқты) қосылады. Бұл элементтердің соңғы қабатында 3 электрон болғандықтан хол немесе бос жер деп аталады және позитив жүк алып жүруі туралы мәліметтер бар. Мұндай заттар да p түрі немесе «алушы» рецепторлық қоспалар деп аталады. [33]

p және n -типті легирленген материалдар біріктірілгенде жартылай өткізгіш түйіндер қалыптасады. p және n -типті легирленген материалдар біріктірілмегенде әр қайсысы өз бетінше бейтарап болады. Яғни p-типті теріс энергия санымен залдардың деңгейлері тең. PN түйіні құрылған кезде N түрі көпшілігі тасымалдаушылар болып табылатын электрондар p-типіне қарай тұрақты ток қалыптастырады. Бұл жағдай екі жақта да жүктің тепе теңдігі қалыптасқанға дейін жалғасады. PN-түрі материалдың интерфейсында, яғни түйіндерде p жағында негатив, n жағында оң жүк бірігеді. Бұл түйіндерде «өтпелі аймақ» деп аталады. PN өткелінің мән-жайлары 1.9-суретте берілген.



1.9-сурет. PN өткелінің мән-жайлары

Жартылай өткізгіш өткелдің күн батареясы ретінде жұмыс істеуі үшін өткел аймағында фотоэлектрик трансформация болуы керек. Бұл трансформация екі фазадан тұрады. Бірінші фазада, өткел аймағының бетіне күн сәулесін түсіріп элетрондық зал жұптары жасалынады, екінші фазада бұлар аймақтағы электрлік алаң арқылы бір бірінен ажыратылады. [4]



1.10-сурет. Энергия жолағы

Жартылай өткізгіш, тыйым салынған энергия диапазонымен бөлінген екі энергия жолағынан тұрады. Бұл жолақтар валенттік жолақ және өткізгіш жолақтар деп аталады. Бұл тыйым салынған энергия аралығына тең немесе одан үлкен энергиялық бір фотон, жартылай өткізгіш арқылы сіңірілгенде, энергиясын валенттік жолақтағы бір электронға беріп, электрондың өткізгіштік жолағына шығуына алып келеді. Осылайшы, электрондық зал жұбы пайда болады. Бұл жағдай, PN өткелі күн батареясының интерфейсында пайда болған болса, электрон зал жұптары бұл жердегі электр алаңы тарапынан бір бірінен ажырайды. Осылайша күн батареясы, электрондарды n диапазонына, залдарды p диапазонына итермелейтін бір насос қызметін атқарады. Бірбірінен ажыраған электрон зал жұптары, күн батареясының ұштарында пайдалы бір күш жасауда. Бұл процесс жаңа бір фотонның батарея интерфейсына ұрылуымен жалғасады. Жартылай өткізгіштің ішкі жағында да, келген фотондардан электрондық хол жұптары пайда болады. Бірақ қажетті электр алаңы болмағандықтан бұл жұптар қайта бірігіп жоғалып кетеді. Бұл жағдай 1.10-суретте көрсетілген. [7]

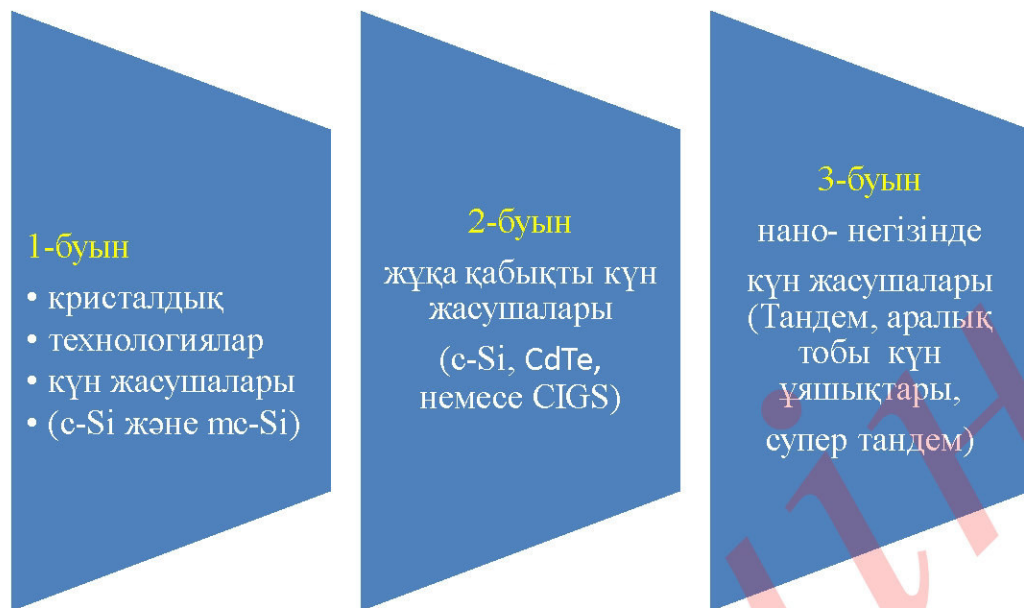
Күн батареясының жасалуында қолданылатын материалдар

Күн батареялары өте көп материалдардан жасалынады. Панельдің өнімділігін арттыру мақсатында AR-GE жұмыстары жүргізілуде, қолданыстағы өнімдердің таңдаулы жүйесінің шығындары, болжалды өмір сүру ұзақтығы, кірістілік болжам т.б. критерийлердің бағалануы нәтижесінде жасалынады. Бүгінгі таңда ең көп қолданылатын материалдар төменде берілген:

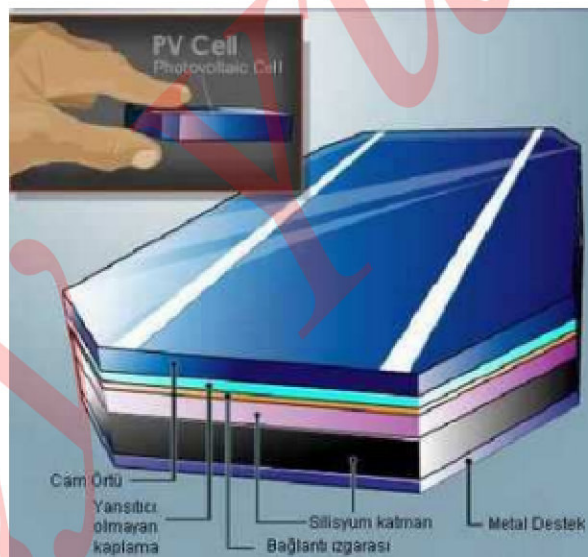
1) бірінші буын: кристалдық кремний күн жасушалары (c-Si және mc-Si);
 2) екінші буын: жұқа қабықты күн жасушалары (a-Si, CdTe, CIS немесе CIGS);

3) үшінші буын: нано-технологиялар негізінде күн жасушалары (тандем, аралық тобы күн ұяшықтары, супер тандем);

Күн батареяларының жасалуында пайдаланылатын материалдар 1.11-суретте көрсетілген. PV жасушалары 1.12-суретте көрсетілген.



1.11-сурет. Күннің батареяларының жасалынуында пайдаланылатын материалдар

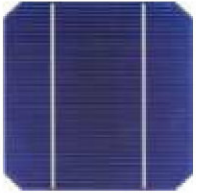



1.12-сурет. PV жасушалары

PV жасушалары төмендегі бөлімдерден тұрады:

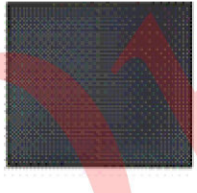

1) *Кристалдық кремний күн жасушалары*

Күн радиациясын сақтау мөлшерлемесінің төмен болуына қарамастан өнімділігінің 12%-16% аралығында болуы өндірушілер үшін тартымды болып табылады. Өндіруші фирмалардың таңдауы опцион, нарық үлесінің 93 % құрайды, жалпы алғанда 25 жылдық кепілдік ғұмыры ұсынылуда, вафер деп аталатын жұқа кремний бөлектерін қалыңдығы 0,17 мм-ге дейін жұқартылған. Монокристаллды (C-Si немесе SIN) поликристалл (MC-Si) болып екіге бөлінеді.

	<p>Монокристаллды (C-Si немесе SIN)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Өнімділігі 15-18 % аралығында, өнімділігінің жоғары болуына байланысты ұзақ мерзімді инвестициялар үшін тамаша мүмкіндік болып табылады. • Лабораториялық ортада 20% өнімділікке қол жеткізген. • Шығындарды өтеу мерзімі 4-6 жыл. 20 жыл ішінде 7 % өнімді жоғалтады. • Таза кристал қажеттілігіне орай қымбат, 4,5 \$/Вт
	<p>Поликристал (поли-Si)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Өнімділігі 12-15% аралығында, кристалдық құрылымы толық біртекті болмағандықтан арзан. • Лабораториялық ортада 16,2 % өнімділікке қол жеткізген. • Алғашқы инвестиция шығындарын өтеу мерзімі 2-4,5 жыл. 20 жыл ішінде 14% өнімді жоғалтады. • Өндіру процесі монокристалға қарағанда арзан болғаны үшін бағасы 3,5\$/Вт

2) *Жұқа қабықты күн жасушалары* (A-Si, CdTe, қауымдық топ мүдделерін немесе қауымдық топ мүдделері)

Жарық сақтау бағамы жоғары болғандықтан бұл жасушалар, төменгі өнімділік көрсеткені үшін нарық үлесінің тек ғана 7 % құрайды. Құрылымы өте жұқа болғандықтан (1-4 нм аралығында) бұл панельдер 7-14 % арасында өнімділік ұсынады. Бағасы төмен 1 \$/Вт.

	<p>Аморфты (A-Si)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Өнімділігі 8-10 % аралығында, теориялық тұрғыдан A-Si-нің 27% дық өнімділігі бар. • Шығындарды өтеу мерзімі 1,5-3,5 жыл. • Бұл уақыт ішінде 21% өнімді жоғалтады. • Өндіріс үшін жоғары шығындарға алып келетін құрал жабдықтар қажет болады, бірақ өндіріс мерзімі қысқа болғандықтан фирмалар бұл жасуша түрін де қолданады.
	<p>Кадмий теллурид (CdTe)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1см² та 17%, 8390 см²-та 11% өнімділікке қол жеткізген. • Өндістік шығындар төмен • Калифорнияда электролиз арқылы сутегі өндіру үшін 25 кВт-тық екі панель құрылған. • Тек ғана қатты шыныдан жасалады.



Қауымдық топ мүдделерін (Мыс индий галлий (DI) селенид, мыс, индий, галлий, селен)

- Өнімділігі 11-14% аралығында.
- Шыны немесе икемді бір материал қолдануға болады.
- Өсіп жатқан нарықтық үлесі бар.
- Қымбат өндіріс процессімен біргіп кең алаңды қажет етеді.

3) *R & D сатысында тұрған басқа да жасуша технологиялары* (үшінші буын);

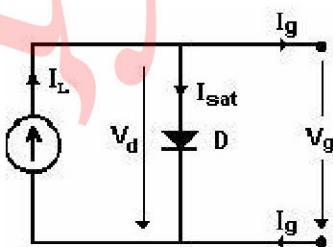
Бүгінгі таңда зерттеу жұмыстары жалғасып жатқан бұл технологияда әлі бір нақты қорытындыға келген жоқ. Ұсынатын жоғары өнімділікке байланысты, егер өндіруді бастаса энергия тұрғысынан ірі серпіндік болады. Сметалық шығындар 0,4 \$/Вт-қа тең. [16]

Супер тандем Ұяшықтар: Теориялық тұрғыдан 86,8 % өнімділікке ие болған бұл жасушалардың түрі 1см² де 35,4 % құндылыққа қол жеткізген.

Аралық тобы күн ұяшық: Теориялық тұрғыдан 63,2 %-дық өнімдері бар, бірақ қол жеткізген құндылығы жоқ.

Ыстық Тасымалдаушы Ұяшықтар (Hot Carrier Cells): өндірістік проблемалары шешілмеген бұл жасушаларда, өндіре алатын супертандем жасушаларына жақын бір өнімділікті қолға кіргізеді.

Электронды детектор, белгілі мінез-құлық әрекетін түсіну үшін дискретті электр компоненттерін пайдалана отырып, балама тізбек алуға тиіс. 1.13-суретте көрсетілгендей фотоэлектрлі жасуша, диодтың және параллель ток көзі көмегімен модельдеуге болады. Тікелей күн радиациясының G фото-ток бар ағымдағы көзі квадрат пропорционалды. Суретте диодтың бір PN торабы күн ұяшығы ұсынады.

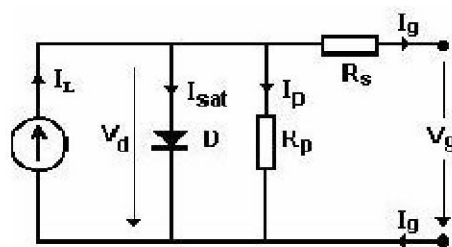


1.13-сурет. Күн ұяшықтың жеңілдетілген баламалы сұлбалары

$$I_g = I_L - I_{sat} = I_L - I_0 \left(\exp\left(\frac{qV}{nKT}\right) - 1 \right) \quad (1.1)$$

Баламалы тізбектің оңайлатылған ұсыну электр фотоэлектрлі ұяшық пайдалану үшін оңтайлы болып табылады. Кернеудің төмендеуі сыртқы

контактілерінде байқалады. Онда кернеудің төмендеуі резистор R_s арқылы білдіруге болады. Сондай-ақ, R_p ағып ағымдағы қарсылық білдіруі параллель болады байқалады. Осылайша, 1.14-суретте көрсетілгендей балама тізбек алуға болады. [13]



1.14-сурет. Күн батареяларын бір диодтың баламалы схемалары

Фотоэлектрлік ағымдағы I_L фотобарьеры жарық сәуле оқиғадан пропорционалды диодтың кернеуі мен токтың өтуі I_0 және теңдеулер байланысты көрсетілген:

$$I_{sat} = I_0 [\exp(qV / nkT) - 1] \quad (1.2)$$

Токтың параллель тізбегі I_p : тізбектегі туындайтын кедергі мен кернеудің параллельді жұмысы. Ток келесі формуламен анықталады:

$$I_p = \frac{V_D}{R_p} = \frac{V_g + I_g \cdot R_s}{R_p} \quad (1.3)$$

Ұяшыққа туындайтын шығыс ток

$$I = I_L - I_{sat} - I_p \quad (1.4)$$

Резистанс жартылай өткізгіш мөлдір емес электрод қарсылық және сериясы қарсылық салдарынан шығын теңдеу алға байланыс R_s жүреді кернеу тамшы белгіленеді туғызады

$$V_g = V_d - IR_s \quad (1.5)$$

Жалғыз ұяшыққа арналған жалпы математикалық моделі теңдеуі алынды.

Жалпы шексіз параллель қарсылық R_p тым үлкен екенін қабылдады. Ұялы температурасы күн радиациясының қарқындылығы, мұндай температура мен желдің жылдамдығы ретінде қоршаған орта жағдайларына әсер етеді. Жылу фотоэлектрлі клеткалар осы факторлардың барлық әрекеті. Кельвин температурасы (1.6) теңдеу пайдаланып алуға болады.

$$T = 3.12 + 0.25G + 0.899T_a - 1.3w_s + 273 \quad (1.6)$$

Фото-ағымдағы температураның және күн радиациясының және фотоэлектрлі ұяшықтар функциясы болып табылады

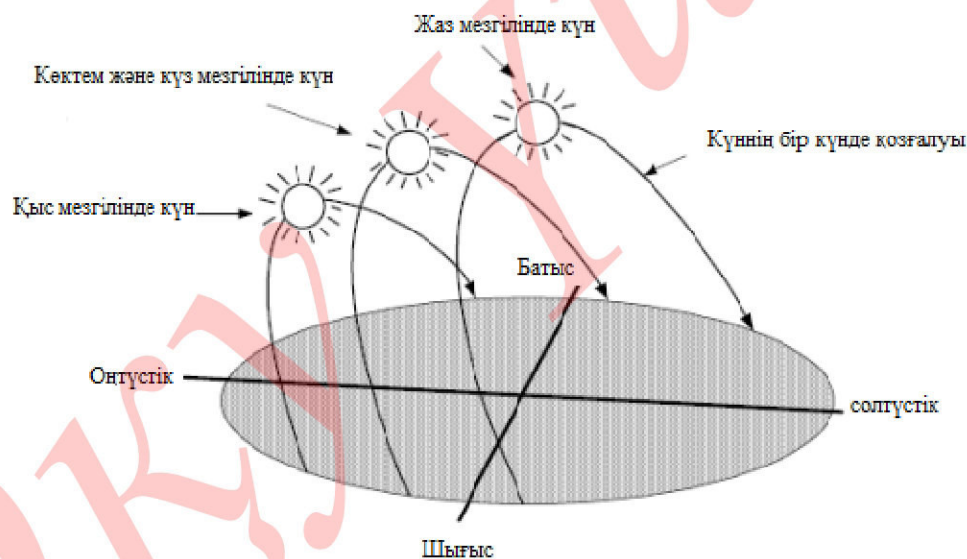
$$I_0 = I_{0,ref} \left[\frac{T}{T_{ref}} \right]^3 \exp \left(\frac{qE_G}{nk} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right] \right) \quad (1.7)$$

Фото-ағымдағы температураның және күн радиациясының және фотоэлектрлі (1.7) байланысы

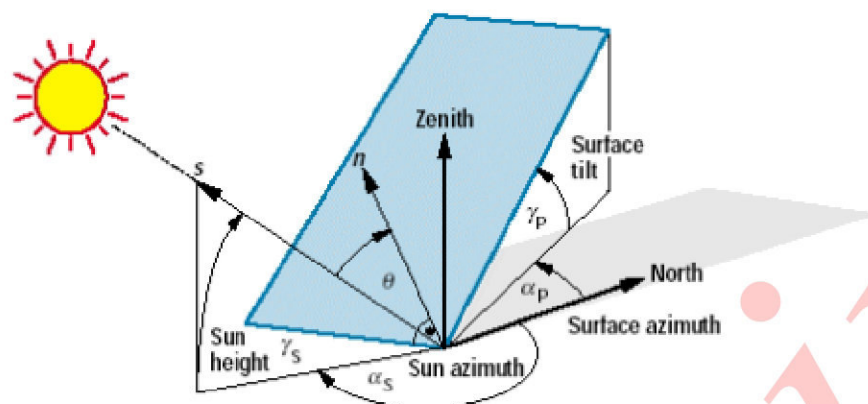
$$I_{ph} = \left[I_{ph,ref} + k_i (T - T_{ref}) \right] \frac{G}{G_{ref}} \quad (1.8)$$

Күннің қозғалысын қадағалау жүйелері

Күн панельдерінің бір ғана білікте және жұп білікте болып күннің қозғалысын қадағалауына байланысты жүйелер болып табылады. Панельдің күн сәулесін тігінен алуын қамтамасыз ету арқылы өнімділіктің артуына қол жеткізуге болады.



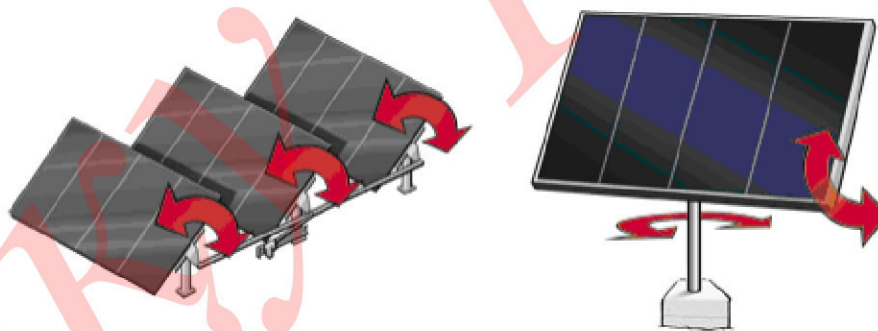
1.15-сурет. Күннің мезгілдерге байланысты қозғалуы



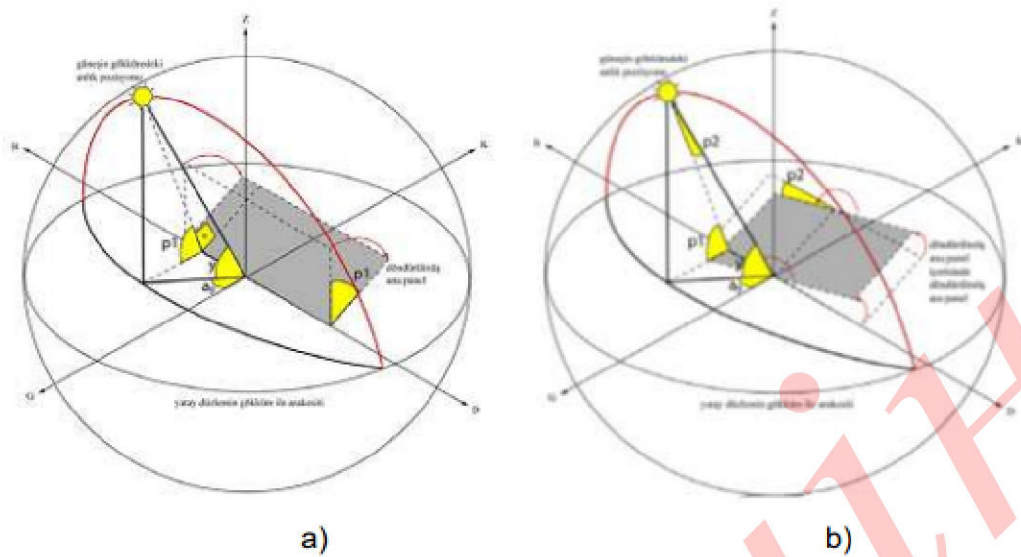
1.16-сурет. Күн сәулесінің панель бетіндегі бұрышы

Жалғыз осьті жүйелер тек күн қозғалысын қадағалайды. Осының арқасында тұрақты жүйелерге қарағанда көбірек өнім алады. Бұл құндылық тұрақты осьті жүйе өнімінің шамамен 20-25 %-қа артуына алып келеді. [2]

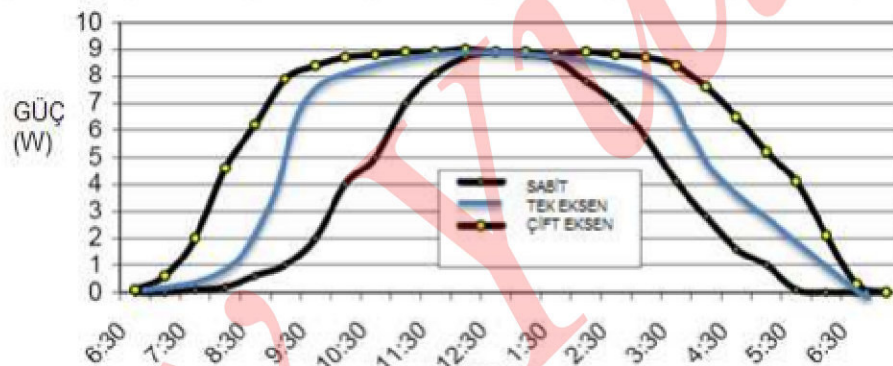
Қос осьті жүйелер көлденең және тік қозғалып, күннің шығуынан бастап оның батуына дейін күннің қозғалысын қадағалап, ең жоғары көрсеткішті алуға қол жеткізеді. Бұл құндылық, тұрақты осьті жүйенің өнімділігінен 35-40%-ға артық.



1.17-сурет. Күнді қадағалау жүйесі



1.18-сурет. Жалғыз осьті (а) және қос осьті (в) күн қозғалысын қадағалау жүйесі



1.19-сурет. Жалғыз тұрақты, жалғыз осьті және қос осьті күн қозғалысын қадағалау жүйесінің өнімділігі

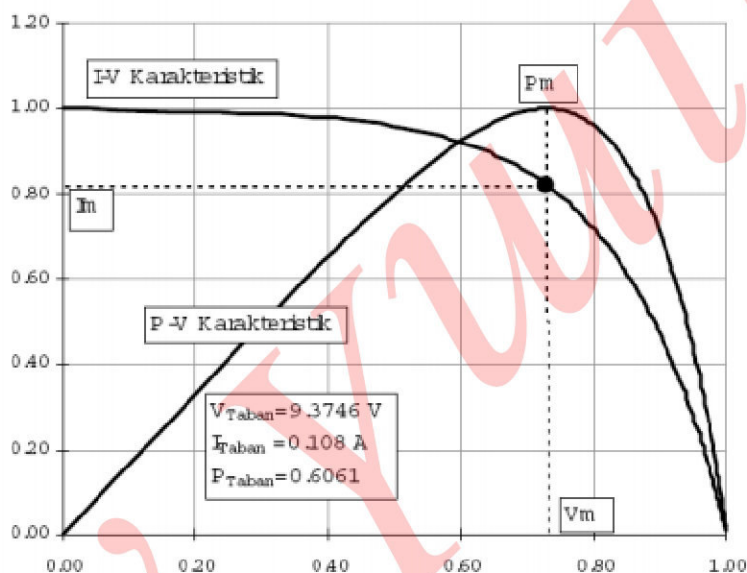
1.19-суреттегі графикте көрсетілгендей күн сәулесінің панельге ең көп түсетіндей етіп, жалғыз осьті қозғалыспен күнді қадағалау жағдайының арасында үлкен өнім айырмашылығы бар. Түскі уақытта тура сол күшті өндіріп жатқанда, тұрақты жүйе өнімінің азайғандығын, ал қозғалыстағы жүйенің әлі жоғары қуатты шығаруды жалғастыруда екендігін көруге болады.



1.20-сурет. Қос осьті күн қозғалысын қадағалау жүйесінің әр түрлі орналасуы

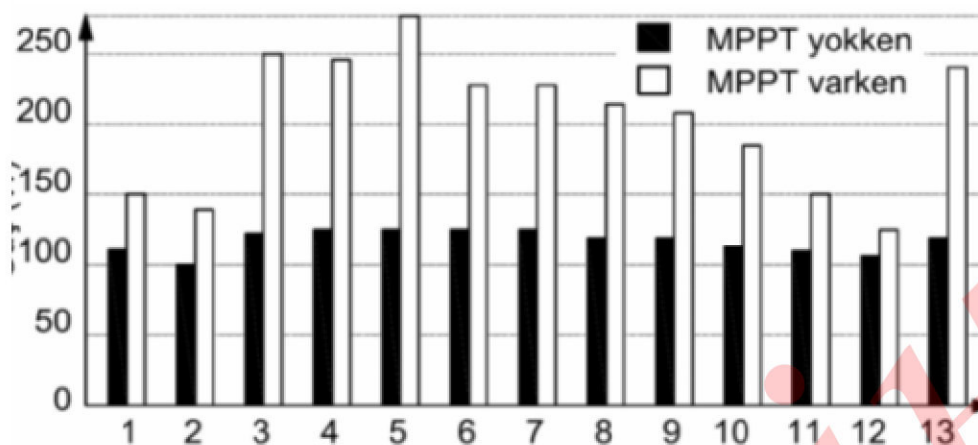
Максималды қуат нүктесі қадағалау (MPPT)

Ең жоғары қуат нүктесін қадағалау, күн панелінің шығуындағы инвертор бақылау құрылымы болып табылады. Күн панелі тиімділігі күннің беретін энергиясын электр энергиясына ауыстыра алу бағамы бойынша көрсетіледі. Бұл мән батареяның сапасымен құрылымына байланысты 16-21% арасында болады. Бірақ, батареялардың сипаттықсыздығына байланысты ағымдағы кернеу коэффициенті бағаланбағанда бұл өнімдің мәні азаяды. Сондықтан да шектеулі энергияны тиімді аудару бүгінгі зерттеуші ғалымдардың назарын тартып отыр. PV жүйесінің максималды қуаты 1.21-суретте көрсетілген.



1.21-сурет. Максималды қуаттың қисық сызығы

Максималды қуат нүктесін қадағалау тәсілі күн батареяларының өнімділігі үшін қолданылатын бір тәсіл болып табылады. Бұл тәсіл, батарея беретін энергияның ең жоғары болып саналатын нүктесін табу үшін жасалған құрылым болып табылады. Бұл нүкте радиация, температура, күн панелі тенті, күн панелінің ескіру сияқты параметрлермен өзгеріп отырады. Бұл амалды орындау үшін бақылау механизмі бақылау техникасына байланысты күн панелі айнымаларын бағалап, қуат түрлендіргіштің реферансын қуаттың ең жоғары нүктеге жетуін қамтамасыз етіп өзгертеді. Максималды қуат нүктесін бақылау арқылы алынатын электр энергиясы бақылаусыз алынатын энергиядан шамамен 45% көп болуы мүмкін. MPPT мен байланысты өнім өзгерісі 1.22-суретте берілген. [9]



1.22-сурет. Максималды қуат нүктесі қадағалау MPPT-нің өнімге әсер етуі

Күн панелінің шығу қуаты (MPP) үздіксіз өзгеріп отырады. Энергия айналым үдерісінің әрі өнімді, әрі әсерлі болуы үшін күн панелі шығуында бақылаулы қуат түрлендіргіштер қолданылған және бұл түрлендіргіштер әртүрлі әдіс-тәсілдермен бақыланып отырылады. Бүгінгі таңда максималды қуат нүктесін бақылауда әртүрлі бақылау тәсілдері қолданылып жатыр. Бұл әдіс-тәсілдер «жанама бақылау» және «тікелей қадағалау» болып екі топқа бөлінеді. «Жанама бақылау» тәсілінде күн панелінің нақты шығу қуаты үздіксіз тексеріліп отырылмайды. Онда эталондық бақылау сигналын қалыптастыру процесі күн панелі жасуша ерекшелігіне байланысты белгілі үзілістермен немесе сынама іріктеу панелі жасушасының көмегімен модуль ашық кернеу, модуль қысқа тұйықталу тогы, радиацияның қарқындылығы, модуль температурасы сияқты мәндерді оқу арқылы жасалады. «Түкелей қадағалау» тәсілі арқылы жасалған жүйелер үздіксіз күн панелі шығу қуатын оқып, алдыңғы шығу қуатымен салыстырып, максималды қуат нүктесін қадағалау нүктесіне жетуді қамтамасыз ететін эталондық сигналын жасайды.

«Жанама бақылау» тәсілі, күн панелі сипатсыздығына байланысты тәжірибелік нәтижелермен құрылған кестелер, ашық кернеу модулі, қысқа тұйықталу тогының модулі, радиация қарқыны, температура модулі сияқты мәндерді тікелей немесе математикалық теңдіктер арқылы максималды қуат нүктесін қадағалап, шамамен көрсетіп беруге негізделген тәсіл. Бұл тәсіл арқылы максималды қуат нүктесі табылады.

«Тікелей (online) қадағалау» әдісі, күн панелі кернеуі немесе токтың мәнін пайдаланады. Жұмыс істеу нүктесін өзгерту арқылы ең қолайлы нүктені табуға әрекет етеді. Бұл әдістің ең маңызды жағы, күн панелі генератор сипаттамасы, температура, радиация қарқыны сияқты өзгеріп отыратын мәндерден ең қолайлысын табуда еш қандай әсер алмауы болып табылады. [18]

Аккумуляторлар

Күн энергиясы жүйелерінде аккумуляторлар, күн панелдерінен келген тікелей кернеудің сақталуында пайдаланылады. Географиялық шарттар ауыр болған жерлерде құрылған күн энергиясы жүйелерінде аккумуляторлардың сол шарттарға шыдамды болуына назар аудару керек. Температураның шамадан тыс артуы немесе төмендеуі аккумулятордың сақтау сыйымдылығын және қатты разрядталған жағдайларды жоюға көмектеседі. Көбінесе қолданбаларда 12 В техникалық қызмет көрсету тегін аккумуляторлар пайдаланылады. Аккумуляторлардан ұзақ мерзімді болуын, газ шығармауы немесе минималдық деңгейде газды ұстап қалуы, терең разряд ерекшелігі және оны 300-1500 рет қайталау қабілеттілігі, су құю қажеттілігінің өте ұзақ уақыт аралығымен пайда болуы (ең кемінде 1 жыл) сияқты ерекшеліктерімен көрсетуге болады.

Аккумулятордың энергияны сақтау қорының үлкендігі, бірнеше күн қатарынан бұлтты ауа райы болған кезде жүйенің үзіліп қалмайтындай етіп әзірленеді. Көбінесе 3 - 6 күн аралығында берілген автономиялық уақыттың арқасында сондай бір жағдай туған кезде, техникалық қызмет көрсету процесінде және қызмет көрсету жұмысында үзіліс болмайды. Күн панельдері мен аккумуляторлардың арасындағы басқару блогының арқасында аккумуляторлар оңтайлы тоқ және кернеу комбинациясымен зарядталады.

Келесі бөлімде тәжірибе мен зерттеулерде пайдаланылған жүйенің техникалық сипаттамалары мен жұмыс істеу ерекшеліктері сипатталған. [32]

2 ҚУАТЫ 1-ЗКВТ ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

2.1 Шағын күн электр станциясының жасалуының негіздері

Жеңіл элементтердің атомдарының ядро ауыр элементтердің атом ядросында бірігуді болса, жаңа жаппай ол құрылды, оның халқының жалпы массасының кем болады. Қалдық бұқаралық реакция кезінде босатылған бөлшектер асыруға энергетика, айналады. Бұл энергия толықтай дерлік жылу айналады. Мұндай реакция атом ядроларының синтезі 10 млн асатын өте жоғары температурада және қысымда ғана орын алуы мүмкін. Сондықтан, ол термоядролық деп аталады.

Күн құрайтын негізгі зат - сутегі, ол жұлдыз жалпы массасы шамамен 71% құрайды. Гелий дерлік 27% тиесілі, ал қалған 2% - мұндай көміртегі, азот, оттегі және металдар сияқты ауыр элементтер. Күннің басты «отын» ғана сутегі болып табылады. Нәтижесінде тізбекті реакция төрт сутегі атомдарының гелий бір атомы өндірді. Ал қатысатын реакция сутегі әрбір грамм, өйткені энергия 6×10^{11} Дж бөлінді. Жер туралы энергиясын бұл сома су 1000 м³ қайнау температурасын 0° С қыздыру үшін жеткілікті болар еді.

Күн радиациялық деп аталатын активті және пассивті күн жүйесін пайдалану арқылы, пайдалы энергияға айналдыруға болады. Күн энергиясын барынша пайдалану арқылы пассивті жүйелер құрылыс материалдарын жобалау және таңдау құрылыстары жүзеге асырылады. Белсенді күн жүйелер үшін күн коллекторлары қоладынылады. Ол сондай-ақ, қазіргі уақытта фотоэлектрлі жүйесін әзірленуде - тікелей электр күн сәулесінің айырбастауға арналған жүйелер болып табылады.

Күн энергиясы сияқты биомасса, жел немесе су сияқты энергияның өзге де түрлері, пайдалы энергиясына айналдыру арқылы және жанама түрлендіріледі. Жердегі ауа райын «басқару» деген күн энергия. Су қызады мұхиттар мен теңіздерден күн радиациясының сіңіру үлкен үлесі, буланып және жаңбыр жерге құлайды ретінде, су энергиясын «азықтандыру». Жел, ауаның біркелкі қыздыру нәтижесінде пайда қажетті жел турбиналық. Жаңартылатын энергия көздерін Тағы бір санаты, күн энергиясын салдарынан туындайтын - биомасса. Жасыл өсімдіктер органикалық заттар жылу мен электр алуға болады. Осыдан кейін күн сәулесін жұту арқылы фотосинтез жылы күн сәулесінің жұтып. Осылайша, жел, су және биомасса күн энергиясы алынады.

Энергия - кез келген өндірістің қозғаушы күші. Адамзат баласы энергияны салыстырмалы түрде арзан ету мәселесін шешуге ұмтылыс жасауда. Бұл мәселені шешу қоғамның индустрияландыру мен дамыту үшін айтарлықтай үлкен үлесін қосуға мүмкіндік береді деп есептеуге болады.

Электр жарық немесе күн энергиясын тікелей айырбастау үшін шаралар (жеңіл және электр күш бірлігінің атауы - вольт фотосуреттер, ағылшын фотовольтаика жылы) күн жасушалар деп аталады. Электр күн сәулесінің

Айырбастау күн сәулелерінің әсеріне ұшыраған кезде электр тогы генераторларын осындай кремний ретінде жартылай өткізгіш материалдың, жасалған күн батареялары жүреді. Модульдер күн ұяшықтарды біріктіру, және бір-бірімен өз кезегінде сол, ол үлкен фотоэлектрлі электр станцияларын салу мүмкін. ірі мұндай станция бүгін – Калифорния штатында 5 мегаваттық орнату мәселесі қарастырылуда. Фотоэлектрлі қондырғыларды тиімділігі қазіргі уақытта шамамен 10% құрайды, бірақ жеке күн батареяларын 20% немесе одан да көп тиімділігін жетуі мүмкін. [30]

Фотоэлектрлі жүйелер өңдеуге оңай және ешқандай қозғалмалы бөлшектері бар, бірақ фотоэлектрлік клеткалар өздері интегралды схемалардың өндіру үшін қолданылатын ұқсас күрделі жартылай өткізгіш құрылғылары бар. Электр ток-бірімен байланыста түрлі электр қасиеттері бар екі жартылай арасындағы жарық әсерінен өндірілген онда физикалық принципі негізінде фотоэлектрлі ұяшықтар операция. Осы элементтердің жиынтығы фотоэлектрлі панель немесе модулін қалыптастырады. Фотоэлектрлі модульдер, олардың электрлік қасиеттері арқасында емес, айнымалы ток қарағанда, тұрақты өндіреді. Ол батареялардан қуат көптеген қарапайым құрылғылар пайдаланылады. Айнымалы ток, керісінше, тұрақты аралықтарда өз бағытын өзгертеді асырылады. Бұл ең заманауи техникамен және электрондық құрылғылар үшін пайдаланылатын электр жабдықтау энергия өндірушілердің түрі болып табылады. Қарапайым жүйелерде тікелей ағымдағы фотоэлектрлі модульдер тікелей қолданылады. Алайда, қажет болған жағдайда айнымалы ток жүйесі тұрақты токты түрлендіре алады.

Алдағы он жылдықта, әлем халқының айтарлықтай бөлігі фотоэлектрлік жүйелерді танысуға мүмкіндігі туады. Олардың арқасында ірі электр станциялары мен тарату жүйелерінің қымбат салу үшін дәстүрлі қажеттігі жоғалады. Күн батареяларының құны төмендейді, технология болады деп болжанып отыр. Бірнеше дәрежеде жақсарту үшін күн батареялары отандық нарыққа шығатын болады. Мысалы, құрылыс материалдары енгізілген күн батареяларын, желдету және жарықтандыру үйлерін жүзеге асыратын болады. Тұтыну өнімдері - фотоэлектрлі компоненттері бар компоненттерін пайдалану ретінде пайда әкеледі. Коммуналдық шаруашылық, сондай-ақ халықтың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін күн жасушаларын пайдалану жаңа жолдарын табу мүмкіндігіне ие болады.

Тұрған қарапайым фотоэлектрлік жүйелерінде бойынша:

- Күн сорғылар - фотоэлектрлі сорғы жүйелер дизель генераторлар мен қолмен сорғылар сәлемдесу балама болып табылады. Күн сорғылар орнату және пайдалану оңайға соғады. Ешқандай тәжірибесі немесе арнайы жабдықтар осы үшін қажет емес бар. Шағын сорғыны бірнеше сағатта бір адамның өзі орнатуға болады.

- Батареямен PV жүйелер - батарея күн генератор арқылы алынады, энергиясын сақтайды және кез келген уақытта қол жетімді етеді. Тіпті ең қолайсыз жағдайлар мен батареяларды сақталады шалғай аудандарда фотоэлектрлі энергетика, маңызды жабдықтарды қуат алады. Арқасында электр

фотоэлектрлі жүйелерін жинақтау кез келген ауа-райында, билік, күн мен түннің сенімді көзі болып табылады. Бүкіл әлем бойынша, батареямен жабдықталған фотоэлектрлі жүйелер жарықтандыру, датчиктер, жазып жабдықтар, техника, телефон, теледидар, және электр құралдарын нәрлендіреді.

- Генераторлар PV жүйелері - электр үздіксіз немесе ол жалғыз фото батарея дамытуға болады артық болуы керек, онда есе қажет кезде, ол тиімді генератор толықтыра алады. Тәулік ішінде фотоэлектрлі модульдер энергиясы үшін күнделікті сұранысты қанағаттандыру және батареяны зарядтау. Батарея заряды тауысылғанда, мотор-генераторы қосулы және ұзақ жұмыс істейді. Электр энергиясын тұтыну батарея жалпы қуаты артық кезде Кейбір жүйелерде, генератор энергиясын болмауына құрайды. Мотор генераторы кез келген уақытта электр қуатын өндіріп шығарады. Осылайша, ол ауа райының қыңырлығына байланысты, түнгі тарату үшін немесе жаңбырлы күні үлкен резервтік қорек көзі, фотоэлектрлі модульдер болып табылады. Екінші жағынан, фотоэлектрлі модуль тыныш жұмыс істейді, ешқандай қызмет көрсету талап етеді және ластаушы заттардың шығарады. күн батареяларын және генераторлар аралас пайдалану жүйесін бастапқы құнын төмендетуге болады. Ешқандай сақтық көшірме орнату бар болса, фотоэлектрлі модульдер мен батареяларды түнде қуатымен қамтамасыз ету жеткілікті үлкен болуы тиіс.

- Басқа бөлігі желіге шыққан, ал орталықтандырылған электрмен жабдықтау, тор қосылған фотоэлектрлі жүйесінің шарттарына, дара кәсіпкерлерге, желіге қосылған PV жүйелер, қажетті жүктеме бөлігін қамтамасыз ете алады. Бұл жағдайда, батарея пайдалану емес. Бүкіл әлем бойынша иелеріне мыңдаған осындай жүйелерді пайдалануда. Фотогальваникалық энергия сайтында пайдаланылатын немесе торына түседі. Жүйесінің иесі, ол генераторларын артық электр қажет болғанда - мысалы, кешке, содан кейін автоматты түрде сұраныс желіге кездесті. Жүйесі тұрмыстық тұтынуға мүмкін астам электр қуатын өндіріп шығарады кезде, артық желіге (сатылған) жіберіледі. Оқшау орнату үшін қалалық желі фотоэлектрлі жүйесі, батарея үшін резерв ретінде қызмет етеді.

Өнеркәсіптік фотоэлектрлі орнату – фотоэлектрлік станциялары тыныш жұмыс істейді, қазба отын тұтынады емес және су мен ауаны ластап емес. Өкінішке орай, фотоэлектрлі өсімдік әлі олардың ерекшеліктерін түсіндіруге болады коммуналдық арсеналдан өте динамикалық бөлігі емес. Энергия құнын есептеу осы тәсілі, күн электр әлі айтарлықтай қымбат дәстүрлі қуат өндіру қарағанда. Сонымен қатар, фотоэлектрлі жүйелер күндізгі сағат ішінде қуатты ғана өндіруге, сондай-ақ олардың өнімділігі ауа райына байланысты. [26]

Жоба барысында маркасы мен моделі бірдей екі өнім қолданылып, ерекшеліктері де бірдей болған, бірі құбылмалы, екіншісі тұрақты екі күн энергия жүйесі құрылған. Жүйенің құрылымы үшін қоршаған ортадағы ағаш, ғимарат т.б. сол сияқты кедергілерден алыс ашық алаң таңдап алынды. Екі жүйе да қатар қойылып, бірдей шарттарда жұмыс істетілуде, екеуінің де бір уақыттағы вольтаж мәндері жазып алынады. Бұл зерттеу жұмысы Балыкесир

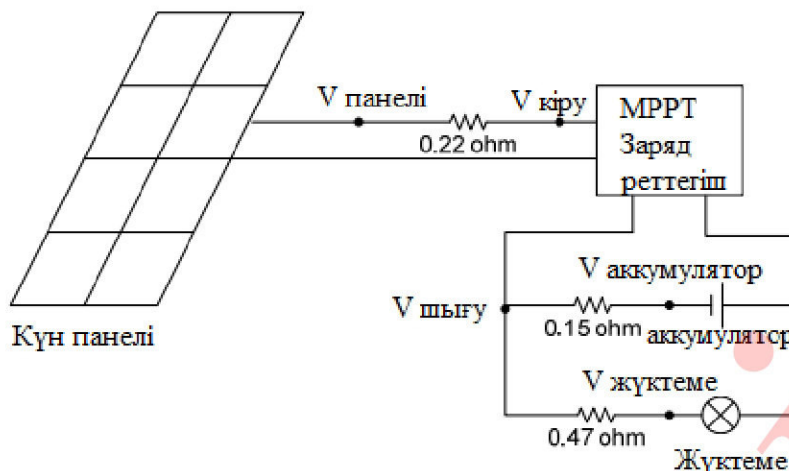
Университеті Чағыш ғимаратында жүргізілді. Жүйенің құрылымы 2.1-суретте көрсетілген.



2.1-сурет. Күн бақылау жүйесінің эксперименттік құрылғысының орнатылуы.



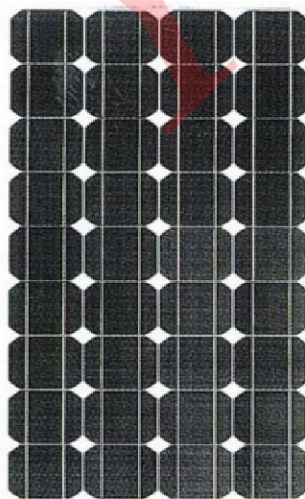
2.2- сурет. Күн бақылау жүйесінің эксперименттік байланысы



2.3-сурет. Күн панелінде пайдаланылатын материалдар мен байланыстары

Жүйе негізінен күн панелі, 2 осьті күн бақылау жүйесі/ тұрақты монтаж аяғы, МРРТ заряд реттегіші, аккумулятор, жүк және тіпкеушіден тұрады. Экспериментте қолданылған 85 Вт қуатында TS 085M5-18 модель күн панелі өнімдері 4.1 –кестеде берілген. Панельдің дисплейі 2.5- кескінде берілген.

2.4-сурет. Күн бақылау жүйесінің байланыс сұлбасы



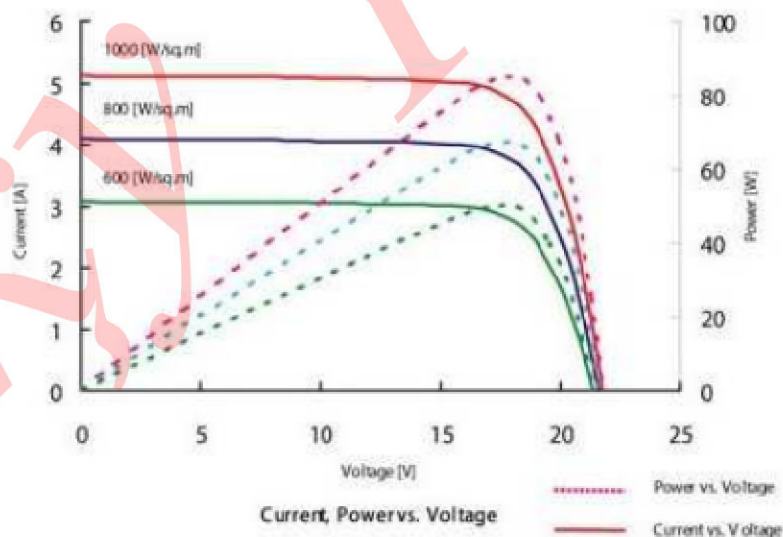
2.5- сурет. Қолданылған күн панелінің дисплейі.

Қолданылған күн панелінің шығарған энергиясының панельге жетіп келген күн энергиясы мөлшерімен ауысуы 2.6-суретте көрсетілген.

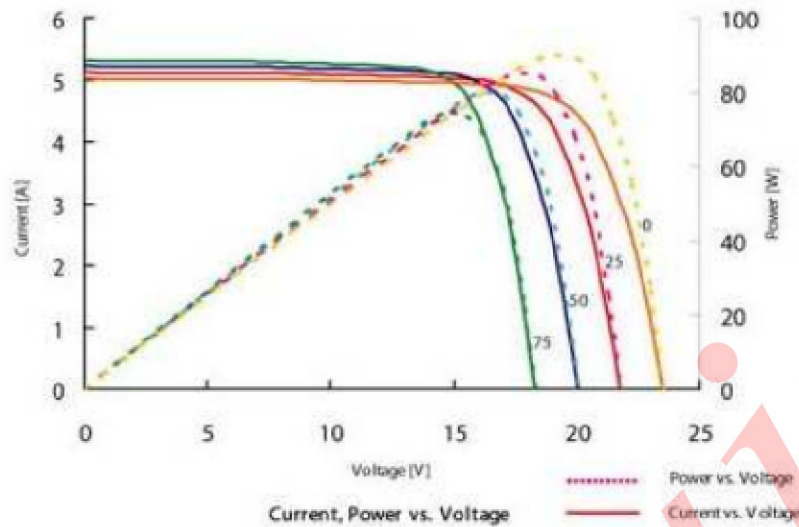
2.1- кесте. Күн панелі өнімдері

Максималды шығу қуаты (Pmax)	85 W
Максималды шығу кернеуі (Vmax)	17.90 V
Максималды ток (Ең жоғары ток) (Ipm)	4.74 A
Ашық-кернеу (Voc)	22.30 V
Қысқа тұйықталу тогы (Isc)	5.12 A
Қуат төзімділік	±5%
Қысқа тұйықталу тогының температуралық коэффициенті	+0.04%/ °C
Ең жоғарғы қуаттың температуралық коэффициенті	-0.38%/ °C
Температура шегі	-40°C +80 °C
Салмақ	8 kg
Өлшемдер	1210mm x 554 mm x 45mm
Максималды дисплей жүгінің күші	2400 Pa
Жол берілетін желдік жүктеме	23m/s, 7.53 g

Қолданылған күн панелінің шығарған энергиясының температураға өзгеруі 2.7-суретте көрсетілген. Панельдің төменгі температурада одан да тиімді жұмыс істейтіні көрінеді.



2.6-сурет. Күн панелінің шығарған энергиясының күн энергиясына өзгеруі



2.7-сурет. Күн панелінің шығарған энергиясының температураға өзгеруі

Күн батареяларының өндіріп шығарған энергиясы және панельдің тиімділігі, ресурстармен сыртқы факторлерге байланысты өзгеріп отырғанын графиктен де көруге болады. [26]

Максималды қуат нүктесі қадағалау (MPPT) заряд реттегіші

300 Вт қуаты бар MPPT 100/20 моделі максималды қуат нүктесін қадағалайтын заряд реттегіш қолданылған. Реттегіш 12 және 24 вольтпен жұмыс істей алады, жұмыс істеу вольтажын автоматтық түрде тандай алады, әр екі сағатта бір рет максималды қуат шығуы үшін ең тиімді нүктені табады. Әр қашан және әр түрлі ауа райында да энергия алуға болады, 3 аймақтық вольт-амперлік қисық заряд реттегіш алгоритмінің арқасында аккумулятордың жарамдылық мерзімін ұзартады. Бұл жүйе артық ток, қысқа тұйықталу, артық температура және кей бір байланыс қателіктерінің алдын алу үшін электрондық қорғанысқа ие. MPPT заряд реттегіші 2.8-суретте көрсетілген. Техникалық ерекшеліктері 2.2- кестеде берілген.



2.8-сурет. MPPT заряд реттегіші

2.2- кесте. МРРТ заряд реттегішінің техникалық ерекшеліктері

Техникалық ерекшеліктер	
Модель	МРРТ 100/20
номиналды кернеуі	12/24 В автоматты түрде тану
Максималды күн панелі кіру кернеуі (voc)	95 В
Максималды PV кіру қуаты	300 Вт, 12 В; 600 Вт, 24 В
Максималды аккумулятор заряд тогы	20 А
Қуат қайтуының тиімділігі	97 %-ға дейін
Күту кезінде қуат тұтынуы	<30mW, 12V жүйе кернеуі (<2 mA) <80mW, 24V жүйе кернеуі (<3 mA)
Температура өтемақысы	-4 mW / жасушы * к
Максималды сым қимасы	35 мм ²
Өлшемдері (G x Y x D)	185 x 150 x 115 мм
Салмақ	1,6 кг
Температура диапазоны	-40 пен +50°C
Қорғау түрі	IP 22

2.2 Күнді бақылау жүйесі

Бірінші және екінші фотоэлектрлі ұрпақ үшін пайдалы энергия ауқымын (шамамен 30%) конверсия теориялық шектеу билік жер ірі аудандардың пайдалануды талап етеді.

Мысалы, бірнеше шаршы шақырым ондаған болуы мүмкін 1 МВт электр станциясының (салыстыру үшін, гидроэнергетика, сол қуаты, жер айтарлықтай ірі учаскелерін пайдалану жояды), бірақ мұндай қуаты күн электр станцияларын салу, қоршаған аудандарда климат өзгеруіне әкелуі және, демек, мекен негізінен фотоэлектрлі қуат клиентке жақын 1-2 МВт зауыт немесе тіпті жеке тұлғаны және ұялы қондырғылар орнатылған. Мұндай жаюға ретінде ауыл шаруашылығы мақсаттары үшін электр станциясының үшін жер учаскелерін пайдалануға мүмкіндік береді. 1,8-2,5 метр биіктікте орнатылған үлкен күн электр станцияларын фотоэлектрлік ұяшықтар. күн энергиясын үшін жер үлкен бағыттарын табу мәселесі жерүсті және теңіз үшін де қолайлы күн электр станциялары шарындағы жағдайда шешіледі және биік үй салынады.

Күн ұяшықтың оңтайлы бұрышпен жиынтығы күн энергиясы оқиғадан ағыны ендік, маусымының және климатқа байланысты және (Сахара шөлінің көрінісінде үш дейін) жер қоныстанған бөлігінде екі рет әр түрлі болуы мүмкін. Мұндай концентратор ретінде күн электр станцияларын, белгілі бір түрлері бойынша елеулі әсер етеді атмосфералық құбылыстар (бұлт, тұман, шаң және т.б.) тек күн радиациясының Жер бетінде ауданын және оның қарқындылығын өзгерту емес, бірақ сондай-ақ тікелей және диффузиялық сәуле арасындағы ара өзгерту немесе айырбастау үшін кең ауқымды элементтері.

Фотоэлектрлі инверторы таңертең және кешке бұлтты күні және аз тиімді жұмыс қуат шыңы тұтыну кешке құлдырайды. Сонымен қатар, олар электр ауа райы өзгерістеріне күрт және күтпеген ауытқуы салдарынан өндіруі мүмкін. Күн энергиясын тиімді пайдалану осы кемшіліктерді жеңу электр аккумуляторлар (бүгінде бұл мәселе жеткілікті шешілген жоқ) немесе осындай болып табылатын бүгін, үлкен аумақты алып жатыр сорғы сақтау станцияны немесе сутегі энергия тұжырымдамасын құру ретінде энергияның өзге де түрлерін айналдыру үшін жеткіліксіз тиімді. Бүгінде бұл проблема қайта жинақталатын бірыңғай энергетикалық жүйелерінің, құру және электр энергиясын тұтыну арқылы шешіледі. Күн және ауа райы жағдайларына уақыт бойынша күн электр станциясының қуаты мәселесі, сондай-ақ күн электр станциялары шарының көмегімен қол жеткізіледі.

Бүгінгі күні, күн батареяларының бағасы салыстырмалы түрде жоғары. Технологияларды дамыту және қазба отын бағасының артуына байланысты, бұл кемшілігі еңсеру болып табылады. 1990-2005 жылдары жылына 4% орташа төмендеді фотоэлементтер бағалары.

Графикалық панельдер және айна бетіне шаң мен басқа да ластаушы заттарды тазалау керек. Бірнеше шаршы шақырым аумағы қиын болуы мүмкін үлкен фотоэлектрлі электр станцияларының жағдайда.

Фотоэлектрлі ұяшықтар тиімділігі сондықтан салқындату жүйелерін,

әдетте су орнату қажет, (жүйелер фабрикаларына негізінен мүдделі) қыздыру кезінде құлайды. Сондай-ақ, үшінші және төртінші ұрпақ бір мезгілде тиімділігін арттырады, ол (жоғары-конверсия деп аталатын) фотоэлектрлі ұяшықтың жұтып материалмен ең бірізді сәулелену жылу сәуле конверсиясын салқындату үшін пайдаланылады фотоэлектрлік конвертер.

Операцияның 30 жылдан кейін, фотоэлектрлі ұяшықтар тиімділігі төмендей бастайды. Олардың шағын бөлігі, негізінен арнайы мақсаттағы Полигонның в тастағысы үшін қолайсыз болып табылады.

Күн батареяларын өндіру ластану деңгейі микроэлектроника өнеркәсібі кәсіпорындары үшін рұқсат етілген деңгейден аспайды. Қазіргі заманғы күн батареяларын өмір сүру ұзақтығы (30-50 жыл) бар. Күн батареяларын жекелеген түрлерін өндіру кезінде қосылыстар байланысты кадмий пайдалану, түрлендіру тиімділігін арттыру мақсатында, сондай-ақ, көзқарасы экологиялық тұрғысынан әлі қолайлы емес бар қиын сұрақ, олардың кәдеге жарату, шешім көтереді, бұл элементтер қазіргі заманғы өнеркәсіп шамалы бөлу және кадмий қосылыстар, бірақ бар лайықты ауыстыру табылған.

Жақында белсенді үстіне жұқа пленка ұлтанды салмағы негізінде композиция кремний шамамен 1% бар, онда өндірістік жұқа үлдірлі күн элементтерін, дамыған. Өйткені жұтып қабатының материалдарды төмен тұтыну, мұнда кремний, жұқа пленкалы кремний күн батареяларын өндіруге арзан, бірақ әлі де ұзақ уақыт бойы өлімге төменгі тиімділігі мен тозуы сипаттамалары бар. Сонымен қатар, осындай ТМД кремний лайықты бәсекелестер ретінде басқа жартылай өткізгіш материалдар әзірленген жұқа үлдірлі күн батареяларын, өндірістік. Мысалы, 2005 жылы, «Шелл» компаниясы жұқа пленкалы элементтерін өндіру көңіл шешті, және бір кристалды кремний фотоэлектрлік жасушаларын өндіру өз бизнесін сатылды.

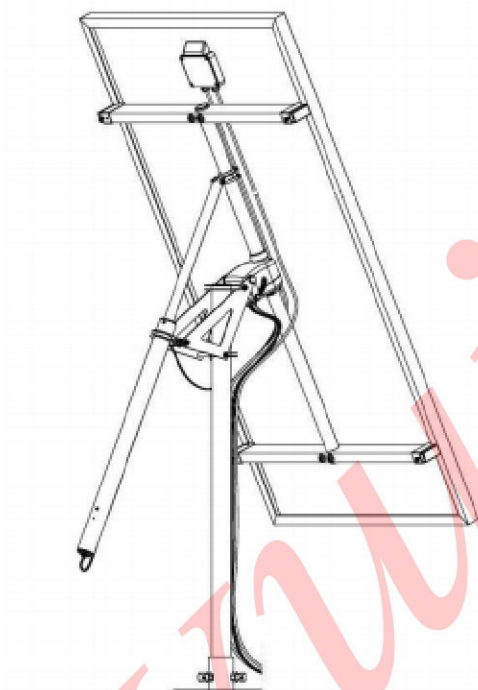
Фотоэлемент - электр энергиясына фотон энергиясын түрлендіреді электрондық құрылғы. ФЭП энергиясын түрлендіру күн сәулесінің әсеріне ұшыраған кезде біртексіз жартылай өткізгіш құрылымдарда кездеседі фотоэффект, негізделген.

ФЭП құрылымын біркелкі түрлі қоспалардың (PN айырықтарын құру) немесе теңсіз белдеулерін саңылау түрлі жартылай қосу арқылы сол жартылай алынуы мүмкін - атомның немесе жартылай өткізгіш әкеледі химиялық құрамын өзгерту арқылы қуат электронды отряды градиент аймағының ені пайда болады.

Қайта тиімділігі күн батареяларының біртексіз жартылай өткізгіш құрылымы және оптикалық қасиеттерін, фотоөткізгіш атқарады ең маңызды рөлі электр сипаттамаларын байланысты. Ол күн сәулесінің сәулелендірілген жартылай ішкі фотоэффект құбылыстарына байланысты.

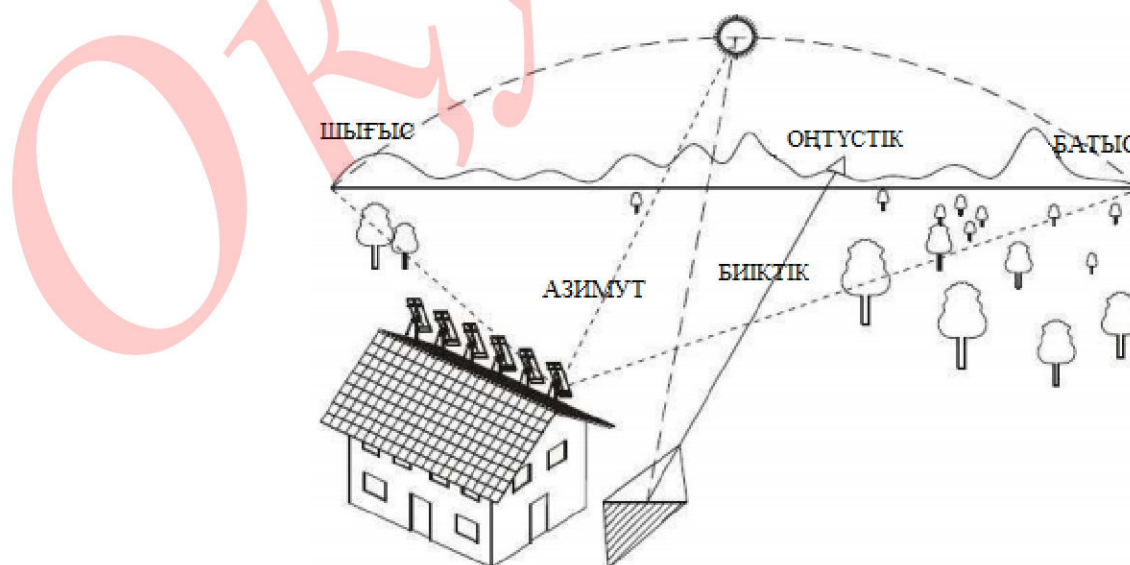
Қос осьті астрономиялық күн бақылау жүйесі қолданылған. Бұл өнім әр қашан және әр түрлі ауа райында да күннің позициясын есептеп, күн сәулелерінен максималды түрде пайдалану үшін панель ыңғайлы позицияға қойылуы керек. Күнді бақылау жүйесі RS-232 интерфейс енгізіп, табылған координаттар, күні мен уақыты туралы ақпарат енгізу арқылы

бағдарламаланады да автоматтық түрде жұмыс істей бастайды. Күнді бақылау жүйесінің механикалық құрылымы 2.9-суретте берілген. [3]



2.9-сурет. Күнді бақылау жүйесінің механикалық құрылымы

Күнді бақылау жүйесі көлденең қозғалысты қамтамасыз ететін білік және сол білікке байланысты тік қозғалысты қамтамасыз ететін биіктік білігінен тұрады. Жүйе көлденеңіне 100° , тігіне 125° қозғала алады. Жүйенің құрылым аспектісі мен қайту мерзімі 2.10-суретте көрсетілген.



2.10-сурет. Қолданылған құрылғыны орнату бағыты

Жүйенің интерфейсі арқылы жұмыстың мәнін зерттеуге және оның түзету жұмыстарын жасауға мүмкіндік туады. Құрылғының орналасқан жердің ені 39,4 солтүстік ретінде енгізілген.

2.3- кесте. Күнді бақылау жүйесінің механикалық құрылымының ерекшеліктері

Осьтің саны	2- ось
Сағат бұрышы	96° әдеттегі/ 100° максималды, бағдарламалық және жабдық шегі
Биіктік бұрышы	125°, бағдарламалық және жабдық шегі
қадағалау дәлдігі	<0,5° (<0,1 °****)
Көрсеткіш түрі	TdAPS
таймер түрі	Гринвич уақыты (ЕОТ және күнтізбе)
коммуникациялық интерфейс	RS232
бақылау және реттеу үшін бағдарлама	Интернет желісі
моторды электрмен жабдықтау	24 VDC (12 пен 69), (2,5 А ток қуаты)
қайтару уақыты	1 минут (0,25°)
Жұмыс температурасы	+20°C мен +70°C
Максималды қауіпсіз жел жылдамдығы	<130 км/с (180км/с жылдамдығына дейін еш қиындықсыз тексерілді)
өмір сүру ұзақтығы	5.000 қайту 200° (100°E+100°W), 10 жыл
үйлесімді ылғалдылығы	0% пен 100% салыстырмалы ылғалдылығы
Сақтық батарея	таймер, орналасқан жері және деректерді резервтік көшіру
Сағат бұрышы мотор түрі	Тісті позиция энкодерлисерво
Сағат бұрышы білігінің диаметрі және ұзындығы	Ø 40мм, L=1150 мм (болат)
Сағат бұрышы білігінің айналу жылдамдығы	0,5°/S±25% 24 V жүксіз
Сағат бұрышы білігінің динамикалық сәті	65 Nm
Сағат бұрышы білігінің жұмыс істеп жатқанда максималды тұтынуы	500mA 65Nm
Сағат бұрышы білігінің жоюшы уақыты	>200Nm
Биіктік білігінің айналу жылдамдығы	0,19°/ орташа /±25% 24 V жүксіз

Биіктік білігінің максималдық сәті	127.4 Nm
Биіктік білігінің максималдық тогы	500mA 127.4 Nm
Биіктік білігінің жоюшы сәті	> 1000Nm
Күту кезіндегі тұтыну (қозғалыссыз) Күш ресурсы байланысы	50mA ± 25% 24V 2 x 1.0 мм 2 мыс сым
Тұтқаның ені	1000мм
Максималды күн панелінің мөлшері	2м x 1м
Максималды күн панелінің салмағы	25 кг
Өнімдің салмағы	15кг

Қазіргі уақытта, жаңа ғарыштық жобалар бойынша күнге бағытталған зерттеу дамушы елдердің ондаған тартылған қадағалауы арқылы жүргізді. Жердің жасанды серіктерін және ғарыштық зымыран орнатылған жабдықтардан алынған Күн, тау және мұхиттар тереңдігі туралы деректер алынған.

Адамзаттың өмір сүруі мен дамуына қажетті энергияны өндіру үшін маңызды болып табылатын мәселе күннен электр энергиясын алу болып табылады. Бұл жағдай қоршаған орта мен табиғатқа тиетін зардаптырдың мәселесін де шешуге жол ашады. Бір жағынан адамның өмірі мен өндірістік қызметінде сарқылмас ресурстарды пайдалану арқылы жылу мен электр энергиясын алу арқылы өз мұқтаждығын жеңілдетеді. Екінші жағынан, энергия өндіруге кететін экономикалық зардаптардың мәселесін де шешуге жол ашады. Осы орайда, адамзаттың қажеттіліктерін жабуға қаражатты қайта бөлу, ұлттық экономиканың жетістіктердің практикалық пайдалану, жылу және электр қуатын өндіру үшін жаңа балама технологияларды дамыту, оның ішінде күрделі мәселелерді шешу қажеттігін ұсынады. Енді ғалымдар Күннің сипатын тергеу, олардың зардаптарын анықтау, қолдану мәселесі бойынша жұмыстар атқаруда. [14]

3 ДЕРБЕС КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН ЖОБАЛАУ ЕСЕПТЕРІНІҢ АЛГОРИТМІ МЕН ТӘЖІРИБЕ НӘТИЖЕЛЕРІ

3.1 Күн электр станциясын жобалаудың маңыздылығы

Көлбей орналасқан күн батареясының бетіне түсетін орташа айлық қосынды күн радиациясының шамасы $\text{МДж/м}^2 \cdot \text{күн}$, тең:

$$E_{\text{көл}} = R \cdot E \quad (3.1)$$

мұндағы: E - горизонталь бетке келіп түсетін қосынды күн радиациясының орташа айлық шамасы, ($\text{МДж/м}^2 \cdot \text{күн}$);

R - орташа айлық күн радиациясының көлбей бетке келіп түсетін шамасының, горизонталь бетке түсетін шамасына қатынасы (түрлендіру коэффициенті).

Оңтүстікке бағытталған КБ түрлендіру коэффициенті R үш құрамның қосындысынан тұрады: тікелей, шашыранды және жер бетінен кері шағылған күн радиациясының шамаларынан:

$$R = \left(1 - \frac{E_{\text{ш}}}{E}\right) \cdot R_m + \left(\frac{E_{\text{ш}}}{E} \cdot \frac{1 + \cos \alpha}{2}\right) + \left(\rho \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{2}\right) \quad (3.2)$$

мұндағы $E_{\text{ш}}$ – горизонталь бетке келіп түсетін шашыранды күн радиациясының орташа айлық шамасы, $\text{МДж/м}^2 \cdot \text{күн}$.

Орташа айлық күндізгі шашыранды күн радиациясының үлесі $E_{\text{ш}}/E$ бұл аспан тазалығына тәуелді $K_{\text{маз}}$.

$E_{\text{ш}}/E = f(K_{\text{маз}})$ келесі өрнекпен анықталады:

$$E_{\text{ш}}/E = 1.39 - 4.03 \cdot K_{\text{маз}} + 5.53 \cdot K_{\text{маз}}^2 - 3.11 \cdot K_{\text{маз}}^3 \quad (3.3)$$

Атмосфераның тазалық коэффициенті $K_{\text{маз}}$:

$$K_{\text{маз}} = E/E_0 \quad (3.4)$$

мұндағы E_0 , R_m - мәндері 3.2 және 3.3 -кестелерде; берілген

$$R_m = \frac{\cos(\varphi - \alpha) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{\text{бат}} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{\text{бат}} \cdot \sin(\varphi - \alpha) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{\text{бат}} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{\text{бат}} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta} \quad (3.5)$$

мұндағы: φ - жергілікті ендік, град;

δ - күннің еңкею бұрышы, град.

Күннің еңкею бұрышы берілген күн үшін келесі өрнекпен анықталады:

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284+n}{365} \right] \quad (3.6)$$

мұндағы n - жыл басынан санағандағы күнің;

3.5 өрнектегі $\omega_{\text{бат}}$ және $\omega_{\text{бат-к}}$ – горизонталь және көлбей беттер үшін күннің батуының сағаттық бұрышы, град.;

- горизонталь бет үшін

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos(-\text{tg}\varphi \cdot \text{tg}\delta) \quad (3.7)$$

- көлбей бет үшін

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos[-\text{tg}(\varphi - \alpha) \cdot \text{tg}\delta]. \quad (3.8)$$

α - КК бетінің горизонтқа көлбей бұрышы;

ρ - Жер бетінің шағылдырғыш коэффициенті (альбедро) 0,7 қыс мезгілі үшін, 0,2 жаз мезгілі үшін.

Күннің еңкею бұрышын есептеу

Көрсеткіштер: Кентау қаласы, Жергілікті ендік $\varphi = 42,3^\circ$

3.1- кесте

Күн батареясының орналасу бұрышын және күннің еңкею бұрышын анықтау қадамы (Күн батареясының орналасу бұрышын, жазда $\alpha = \varphi - 15$, қыста $\alpha = \varphi + 15$ деп қабылдаймыз)

Ай	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A	57,3	57,3	57,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	57,3	57,3	57,3
($\varphi - \alpha$)	-15	-15	-15	15	15	15	15	15	15	-15	-15	-15
$\cos(\varphi - \alpha)$	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
$\sin(\varphi - \alpha)$	-	-	-	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	-	-	-
$\text{tg}(\varphi - \alpha)$	-	-	-	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	-	-	-
N	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
δ	-	-	-2,9	9,18	18,76	23,4	21,6	13,8	2,4	-9,5	-	-
$\text{Cos}\delta$	0,93	0,97	1	0,98	0,94	0,92	0,93	0,97	1	0,98	0,94	0,91
$\text{Sin}\delta$	-	0,23	-	0,15	0,32	0,4	0,37	0,23	0,04	-	0,32	-0,4
$\text{Tg}\delta$	-	-	-	0,16	0,35	0,43	0,39	0,24	0,04	0,16	-	-
Φ	42,3°											
$\cos\varphi$	0,73											
$\sin\varphi$	0,67											
$\text{tg}\varphi$	0,9											

3.6 өрнекке сәйкес күннің еңкею бұрышын есептейміз:

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 15}{365} \right] = 23.5 \sin[295] \\ = -21.3$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 46}{365} \right] = 23.5 \sin[325.5] \\ = -13.3$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 74}{365} \right] = 23.5 \sin[353] \\ = -2.9$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 105}{365} \right] = 23.5 \sin[383] \\ = 9.18$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 135}{365} \right] = 23.5 \sin[413] \\ = 18,76$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 166}{365} \right] = 23.5 \sin[444] \\ = 23.4$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 196}{365} \right] = 23.5 \sin[473] \\ = 21,6$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 227}{365} \right] = 23.5 \sin[504] \\ = 13,8$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 258}{365} \right] = 23.5 \sin[534] = 2,4$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 288}{365} \right] = 23.5 \sin[564] \\ = -9,5$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 319}{365} \right] = 23.5 \sin[595] \\ = -19,2$$

$$\delta = 23,5 \sin \left[360^\circ \cdot \frac{284 + n}{365} \right] = 23.5 \sin \left[360 \cdot \frac{284 + 349}{365} \right] = 23.5 \sin[624] \\ = -23,4$$

$$\sin \delta = \sin(-21,3) = -0.36 \cos \delta = \cos(-21,3) = 0.93 \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg}(-21,3) \\ = -0,38$$

$$\sin \delta = \sin(-13,3) = -0.23 \cos \delta = \cos(-13,3) = 0.97 \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg}(-13,3) \\ = -0.23$$

$$\sin \delta = \sin(-2,9) = -0,05 \cos \delta = \cos(-2,9) = 1 \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg}(-2,9) = -0.05$$

$$\sin \delta = \sin(9,18) = 0.15 \cos \delta = \cos(9,18) = 0.98 \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg}(9,18) = 0.16$$

$$\begin{aligned} \sin\delta &= \sin(18,76) = 0,32 \cos\delta = \cos(18,76) = 0,94 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(18,76) = 0,35 \\ \sin\delta &= \sin(23,4) = 0,4 \cos\delta = \cos(23,4) = 0,92 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(23,4) = 0,43 \\ \sin\delta &= \sin(21,6) = 0,37 \cos\delta = \cos(21,6) = 0,93 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(21,6) = 0,39 \\ \sin\delta &= \sin(13,8) = 0,23 \cos\delta = \cos(13,8) = 0,97 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(13,8) = 0,24 \\ \sin\delta &= \sin(2,4) = 0,04 \cos\delta = \cos(2,4) = 1 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(2,4) = 0,04 \\ \sin\delta &= \sin(-9,5) = -0,16 \cos\delta = \cos(-9,5) = 0,98 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(-9,5) = -0,16 \\ \sin\delta &= \sin(-19,2) = -0,32 \cos\delta = \cos(-19,2) = 0,94 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(-19,2) \\ &= -0,35 \\ \sin\delta &= \sin(-23,4) = -0,4 \cos\delta = \cos(-23,4) = 0,91 \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(-23,4) = -0,43 \end{aligned}$$

Көлденең және көлбей беттер үшін күннің батуының сағаттық бұрышын және горизонталь беттен көлбей бетке түсетін күн радиациясының орташа айлық түрлендіргіш коэффициентін есептейміз. Есептеу жұмыстарына 3.5, 3.7 және 3.8 өрнектерді пайдаланамыз.

3.2- кесте

Ай	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\omega_{\text{бат}}$	70	78	87,4	82	71,6	67	69,4	77,5	88	82	71,6	67
$\omega_{\text{бат-к}}$	84	86	89	87,5	84,5	83	84	86,3	89,4	87,5	84,6	83
$\sin\omega_{\text{бат}}$	0,93	0,97	0,99	0,99	0,95	0,92	0,93	0,97	0,99	0,99	0,95	0,92
$\sin\omega_{\text{бат-к}}$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
R_m	2,88	2	1,4	1,2	1,12	1,11	1,09	1,13	1,3	1,76	2,5	3,2

15 қаңтар

$$\begin{aligned} \omega_{\text{бат}} &= \arccos((-0,9) \cdot (-0,38)) = \arccos(0,342) = 70 \\ \omega_{\text{бат-к}} &= \arccos[0,27 \cdot (-0,38)] = \arccos(-0,1026) = 84 \\ \sin\omega_{\text{бат}} &= 0,93 \\ \sin\omega_{\text{бат-к}} &= 0,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_m &= \frac{0,96 \cdot 0,93 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 84 \cdot (-0,26) \cdot (-0,36)}{0,73 \cdot 0,93 \cdot 0,93 + \frac{3,14}{180} \cdot 70 \cdot 0,67 \cdot (-0,36)} = \frac{0,88 + 0,13}{0,63 - 0,28} = \frac{1,01}{0,35} \\ &= 2,88 \end{aligned}$$

15 ақпан

$$\begin{aligned} \omega_{\text{бат}} &= \arccos((-0,9) \cdot (-0,23)) = \arccos(0,207) = 78 \\ \omega_{\text{бат-к}} &= \arccos[0,27 \cdot (-0,23)] = \arccos(-0,0621) = 86 \\ \sin\omega_{\text{бат}} &= 0,97 \\ \sin\omega_{\text{бат-к}} &= 0,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_m &= \frac{0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 86 \cdot (-0,26) \cdot (-0,23)}{0,73 \cdot 0,93 \cdot 0,97 + \frac{3,14}{180} \cdot 78 \cdot 0,67 \cdot (-0,23)} = \frac{0,92 + 0,08}{0,68 - 0,2} = \frac{1}{0,48} \\ &= 2,08 \end{aligned}$$

15 наурыз

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos((-0,9) \cdot (-0,05)) = \arccos(0,045) = 87,4$$

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos [0,27 \cdot (-0,05)] = \arccos(-0,0135) = 89$$

$$\sin \omega_{\text{бат}} = 0,99$$

$$\sin \omega_{\text{бат-к}} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 1 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 89 \cdot (-0,26) \cdot (-0,05)}{0,73 \cdot 1 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 87,4 \cdot 0,67 \cdot (-0,05)} = \frac{0,95 + 0,02}{0,72 - 0,05} = \frac{0,97}{0,67} = 1,4$$

15 сәуір

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos((-0,9) \cdot (-0,16)) = \arccos(0,144) = 82$$

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos [-0,27 \cdot (0,16)] = \arccos(-0,0432) = 87,5$$

$$\sin \omega_{\text{бат}} = 0,99$$

$$\sin \omega_{\text{бат-к}} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 87,5 \cdot (0,26) \cdot (0,05)}{0,73 \cdot 0,98 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 82 \cdot 0,67 \cdot (0,05)} = \frac{0,93 + 0,06}{0,71 - 0,14} = \frac{0,99}{0,85} = 1,2$$

15 мамыр

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos((-0,9) \cdot (0,35)) = \arccos(-0,315) = 71,6$$

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos [-0,27 \cdot (0,35)] = \arccos(-0,0945) = 84,5$$

$$\sin \omega_{\text{бат}} = 0,95$$

$$\sin \omega_{\text{бат-к}} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 84,5 \cdot (0,26) \cdot (0,32)}{0,73 \cdot 0,94 \cdot 0,95 + \frac{3,14}{180} \cdot 71,6 \cdot 0,67 \cdot (0,32)} = \frac{0,9 + 0,12}{0,65 + 0,26} = \frac{1,02}{0,91} = 1,12$$

15 маусым

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos((-0,9) \cdot (0,43)) = \arccos(-0,387) = 67$$

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos [-0,27 \cdot (0,43)] = \arccos(-0,1161) = 83$$

$$\sin \omega_{\text{бат}} = 0,92$$

$$\sin \omega_{\text{бат-к}} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,92 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 83 \cdot (0,26) \cdot (0,4)}{0,73 \cdot 0,92 \cdot 0,92 + \frac{3,14}{180} \cdot 67 \cdot 0,67 \cdot (0,4)} = \frac{0,87 + 0,15}{0,62 + 0,30} = \frac{1,02}{0,92} = 1,11$$

15 шілде

$$\omega_{\text{бат}} = \arccos((-0,9) \cdot (0,39)) = \arccos(-0,351) = 69,4$$

$$\omega_{\text{бат-к}} = \arccos [-0,27 \cdot (0,39)] = \arccos(-0,1053) = 84$$

$$\sin \omega_{\text{бат}} = 0,93$$

$$\sin\omega_{\delta am-\kappa} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,93 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 84 \cdot (0,26) \cdot (0,37)}{0,73 \cdot 0,93 \cdot 0,93 + \frac{3,14}{180} \cdot 69,4 \cdot 0,67 \cdot (0,37)} = \frac{0,88 + 0,14}{0,63 + 0,3} = \frac{1,02}{0,93} = 1,09$$

15 тамыз

$$\omega_{\delta am} = \arccos((-0,9) \cdot (0,24)) = \arccos(-0,216) = 77,5$$

$$\omega_{\delta am-\kappa} = \arccos[-0,27 \cdot (0,24)] = \arccos(-0,0648) = 86,3$$

$$\sin\omega_{\delta am} = 0,97$$

$$\sin\omega_{\delta am-\kappa} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 86,3 \cdot (0,26) \cdot (0,23)}{0,73 \cdot 0,97 \cdot 0,97 + \frac{3,14}{180} \cdot 77,5 \cdot 0,67 \cdot (0,23)} = \frac{0,92 + 0,09}{0,69 + 0,2} = \frac{1,01}{0,89} = 1,13$$

15 қыркүйек

$$\omega_{\delta am} = \arccos((-0,9) \cdot (0,04)) = \arccos(-0,036) = 88$$

$$\omega_{\delta am-\kappa} = \arccos[-0,27 \cdot (0,04)] = \arccos(-0,0108) = 89,4$$

$$\sin\omega_{\delta am} = 0,99$$

$$\sin\omega_{\delta am-\kappa} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 1 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 89,4 \cdot (0,26) \cdot (0,04)}{0,73 \cdot 1 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 88 \cdot 0,67 \cdot (0,04)} = \frac{0,95 + 0,02}{0,72 + 0,04} = \frac{0,97}{0,76} = 1,3$$

15 қазан

$$\omega_{\delta am} = \arccos((-0,9) \cdot (0,16)) = \arccos(-0,144) = 82$$

$$\omega_{\delta am-\kappa} = \arccos[0,27 \cdot (0,16)] = \arccos(0,0432) = 87,5$$

$$\sin\omega_{\delta am} = 0,99$$

$$\sin\omega_{\delta am-\kappa} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 87,5 \cdot (-0,26) \cdot (-0,16)}{0,73 \cdot 0,98 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 82 \cdot 0,67 \cdot (-0,16)} = \frac{0,93 + 0,06}{0,71 - 0,15} = \frac{1,02}{0,91} = 1,76$$

15 қараша

$$\omega_{\delta am} = \arccos((-0,9) \cdot (-0,35)) = \arccos(0,315) = 71,6$$

$$\omega_{\delta am-\kappa} = \arccos[0,27 \cdot (0,35)] = \arccos(0,0945) = 84,6$$

$$\sin\omega_{\delta am} = 0,95$$

$$\sin\omega_{\delta am-\kappa} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 84,6 \cdot (-0,26) \cdot (-0,32)}{0,73 \cdot 0,94 \cdot 0,95 + \frac{3,14}{180} \cdot 71,6 \cdot 0,67 \cdot (-0,32)} = \frac{0,89 + 0,12}{0,65 - 0,26} = \frac{1,01}{0,39} = 2,5$$

15 желтоқсан

$$\omega_{\text{бам}} = \arccos((-0,9) \cdot (-0,43)) = \arccos(0,387) = 67$$

$$\omega_{\text{бам-к}} = \arccos[-0,27 \cdot (-0,43)] = \arccos(-0,1161) = 83$$

$$\sin\omega_{\text{бам}} = 0,92$$

$$\sin\omega_{\text{бам-к}} = 0,99$$

$$R_m = \frac{0,96 \cdot 0,91 \cdot 0,99 + \frac{3,14}{180} \cdot 83 \cdot (-0,26) \cdot (-0,4)}{0,73 \cdot 0,91 \cdot 0,92 + \frac{3,14}{180} \cdot 67 \cdot 0,67 \cdot (-0,4)} = \frac{0,86 + 0,15}{0,61 + 0,3} = \frac{1,01}{0,31} = 3,2$$

$E_{\text{көл}} = RE$ (Күн энергиясының горизонталь беттен көлбей бетке түсу шамасы, МДж/м²·күн), R – түрлендіргіш коэффициенті және шектік күн-сағат мөлшерін анықтау қадамы.

3.3- кесте

Атмосфералық қабаттан тыс аймақта горизонталь бетке түсетін күн радиациясының орташа айлық шамасы, E_0 , МДж/м² (кейбір жергілікті ендік үшін)

Жергілікті ендік, φ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40	15. 1	20. 3	27. 2	34. 3	39. 3	41. 4	40. 3	36. 2	29. 7	22. 3	16. 3	13. 6
45	12. 0	17. 5	24. 8	32. 8	38. 8	41. 3	40. 0	35. 1	27. 7	19. 6	13. 3	10. 6
50	9.0	14. 5	22. 3	31. 2	38. 1	41. 2	39. 6	33. 8	25. 4	16. 7	10. 3	7.6
55	6.1	11. 5	19. 5	29. 3	72. 2	40. 9	39. 1	32. 4	23. 0	13. 8	7.3	4.8

3.4- кесте

E - горизонталь бетке түсетін орташа айлық қосынды күн радиациясы, (МДж/(м²·день));

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI I	Орт жы л
Алматы	9.5	1 3. 9	19. 2	25. 4	29. 2	30. 7	29. 2	25.4	20.8	15.7	10.5	8.1	19.8

Астана	5.8	1 0. 8	18. 0	23. 6	28. 3	30. 6	28. 9	20.1	18.5	13.3	7.7	5.3	17.9
Шымкент	9.9	1 5. 2	20. 5	26. 2	30. 5	32. 2	30. 7	27.3	22.5	16.8	11.4	8.7	20.9
Түркістан	9.8	1 5. 0	20. 0	25. 2	29. 5	30. 2	29. 7	25.3	20.5	14.8	10.4	7.7	18.9
Кентау	9.6	1 5. 1	20. 9	25. 9	29. 5	30. 2	30. 3	26.3	22.0	16.0	11.0	8.2	18.0
Қызылорда	8.4	1 4. 0	19. 1	22. 9	29. 3	30. 7	29. 1	25.4	20.4	15.2	10.1	7.3	19.4

3.5- кесте

$E_{көл} = R E_0$ (Күн энергиясының горизонталь беттен көлбей бетке түсу шамасы, МДж/м² · күн), R – түрлендіргіш коэффициентті анықтау

Ай	$E_0, 10^6$ Дж/м ²	$E, 10^6$ Дж/м ²	$K_{таб} = E/E_0$	E_{III}/E	$1 - E_{III}/E$	R_r	$(1 - E_{III}/E) \cdot R_r$	$(E_{III} / E) \cdot (1 + \cos \alpha) / 2$	$\rho(1 - \cos \alpha) / 2$	R	$E_{көл}, 10^6$ Дж/м ²
Қаңтар	13	9,6	0,74	0,18	0,82	2,88	2,36	0,14	0,16	2,66	25,5
Ақпан	20,2	15,1	0,74	0,18	0,82	2	1,6	0,13	0,16	1,84	28,5
Наурыз	27	20,9	0,77	0,15	0,85	1,4	1,1	0,11	0,16	1,84	28,5
Сәуір	33,2	25,9	0,78	0,14	0,86	1,16	1	0,13	0,012	1,14	29,5
Мамыр	39	29,5	0,76	0,16	0,84	1,12	0,94	0,15	0,012	1,1	32,4
Маусым	41,4	30,2	0,73	0,19	0,81	1,11	0,9	0,18	0,012	1,09	32,9
Шілде	40,2	30,3	0,75	0,17	0,83	1,09	0,9	0,16	0,012	1,07	32,4
Тамыз	35,7	26,3	0,74	0,18	0,82	1,13	0,93	0,17	0,012	1,11	29,2
Қыркүйек	28,2	22	0,76	0,16	0,84	1,3	1,1	0,15	0,012	1,26	27,72
Қазан	21,5	16	0,74	0,18	0,82	1,76	1,44	0,13	0,16	1,73	27,68
Қараша	14,5	11	0,76	0,16	0,84	2,5	2,1	0,12	0,16	2,38	26
Желтоқсан	12	8,2	0,68	0,23	0,77	3,2	2,5	0,18	0,16	2,84	23,3

3.5-кестені есептеу барысында тазалық коэффициентін есептеу үшін $K_{таз}$ 3.4 өрнек, орташа айлық күндізгі шашыранды күн радиациясының үлесі $E_{ш}/E$ есептеу үшін 3.3 өрнек пайдаланылды. [11]

i шектік күн-сағат мөлшері анықтау.

$$i = \frac{R \cdot E}{n} \quad (3.9)$$

n – бір айдағы күн саны.

3.6- кесте

Шектік күн-сағат мөлшері

Ай	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Орт .жы л
МДж/м ² · күн	25, 5	28, 5	28, 6	29, 5	32, 4	32, 9	32, 4	29, 2	27, 7	27, 6	26	23,3	-
кВт*сағ/ м ² ·күн	7	7,9	7,9	8,1	9	9,1	9	8,1	7,7	7,6	7,2	6,4	-
<i>i</i>	7	7,9	7,9	8,1	9	9,1	9	8,1	7,7	7,6	7,2	6,4	7,9

Аккумуляторлар

Жүйе жүгінің тұрақты жабдықталуы және жазу құрылғысының энергия қажеттілігінің қанағаттандырылуы үшін 12 В, 40 А аккумулятор қолданылған. Қолданылған аккумулятор 100 % разрядта 220, 50 % разрядта 440, 30 % разрядта 1200 айналым жұмыс істей алады. Заряд, разряд және қолданылу мерзімі сипатсыздықтары 3.7- кестеде берілген.

3.7- кесте. Қолданылған аккумулятор мәліметтері

12V 40Ah Legend – аккумулятор	
Әдеттегі кернеу	12 В
Қуаттылығы	40 А
Ішкі кедергі	9,5
Ұзындығы	197 мм
Ені	165 мм
Биіктігі	170 мм
Терминал	T 4/T 9 D
Салмағы	13,8 кг

3.2 Тәжірибелік бөлім. Дербес күн электр станциясының алгоритмдерін жасап жоба макетін құрастыру

Күн сәулесін алу мерзімінде, күннің туу, жоғарыға көтерілу мен бату бұрыштарында кейбір өзгерістер көрінеді. Қыс айларында аспанның көбінесе бұлтты, көктем айларында кейбір уақытта бұлтты, кейде ашық болуын көруге болады.

Күнді бақылау жүйесінің, күннің шығуынан батуына дейін үзбей бақылап отыру арқылы бұрынғыдан көбірек кірістілікпен қамтамасыз етуі, тұрақты панельдің қуат шығара алмаған кездерінде де әлі энергия шығаруды жалғастырғанын көруге болады. Баламалы энергия көздерін жоғары қажеттілікті ескере отырып, ол күн энергиясын өндіруді ұйымдастыру қажет деп санайды.

Күн панельдер, контроллер, қайта зарядталатын батареялар, инвертор электр энергиясын тұтынушыларға арналған құрылғылар болып саналады. Осы компоненттерді таңдағаннан кейін, күн ұяшықтар санын анықтауға болады, ол күн электр пайдаланылатын болады кезде айында бір батарея энергиясын ықтимал өндіру үшін қажетті энергия талапты бөлуге қажет. Әрине, есептеу инсоляция арқылы ең нашар-іс параметрлері кезінде жүргізіледі.

Мысалы, орнату жыл бойы, 100 кВт/ай энергетикалық талапты пайдаланылатын болады. Желтоқсан айында таңдалған бір батарея энергиясын 2 кВт, 100 дейін шығаратын болады. Сол жағдайда, бірақ батарея белгісіз орындау және өткен айда шамамен $20 \times 0,7 \times 0,12$ (тиімділігін) = энергиясын 1,68 кВт·сағ (сәулесінің жылы өндіреді деп қарастырады 0,7 м² оның белгілі ауданы, астында желтоқсан) шамамен 20 кВт·сағ құрайды. Бір батарея өндіру энергиясын қалаған соманы бөліп қажетті күн ұяшықтар санын анықтау үшін. $1,68 = 59,5$ дана, 60 дана дейін дөңгелектеледі.

Ол, бұл есептеулер шамамен болып табылады, деп атап өтті алдын ала, өйткені тиіс күн саны әр жылдары өте әр түрлі болуы мүмкін. Сіз әрқашан қор тек жүйе параметрлерін жақсартады ескеру керек.

Қолданыстағы осылайша 10-15%-ға күн электр станцияларын тиімділігін арттыру, күн ұяшық операциялық нүктесін оңтайландыру функциясы бар айырмашылығы контроллер батарея зарядының тұрақты синусоидалды шығу кернеуі 220 В электр үшін әзірленген. [22]



3.1-сурет. Жарық тәуелді резистор (LDR)

Жарық тәуелді резистор деп фоторезисты, жарық төмен қарсылық, тізбек элементтерінің жоғары төзімділігі резистор аталады. Басқаша айтқанда өзгеруіне тәуелді резистор «қарсылық кері пропорционал құн құлайтын жарықпен көрсетілген жарық. Жарық тәуелді резистор CdS (кадмий сульфидті), Cd, Se (кадмий селен), селен, германий, кремний және тағы басқалар. Ол қарсы ретінде өте жеңіл-сезімтал материалдары өндіріледі.



3.2-сурет. Жарық тәуелді резистор түрлері

LDR сенсорының сезімталдығын және уақытын анықтау үшін құрылыс материал пайдаланылады, сондай-ақ қалыптасқан қабатының датчик нысаны сезімталдығы әсер етеді. LDR қоректену фокус жарық түсетін қамтамасыз ету үшін шыныны немесе мөлдір пластиктен шыңдары жабылған. LDR көтерілді және шығыстар электр ағатын мәні өсуде, дене мөлшері өсіп, әр түрлі мөлшерде дайындалады.

Фоторезистор – жұмысы ішкі фотоэффектіге негізделген, жарық әсерінен электрлік кедергісі кеміп, электр өткізгіштігі артатын шалаөткізгіш аспап. Фоторезистордың негізгі бөлігі — шалаөткізгіш материалдың (кадмий және қорғасын сульфиді, кадмий селениді, висмутты-күкіртті және т.б.) жұқа фотосезімтал қабаты.

Фоторезисторлар жарық сызықтығы азаяды, қарсылық мәні артады. Кем дегенде жарық тәуелді резистор жарық қарсылық, максималды қараңғылық болып табылады. АС (айнымалы ток) тұйықталу және DC (тұрақты ток) тұйықталу екі бірдей мүмкіндікті көрсетеді. Осы элементтер «кадмий сульфаты» (CdS) құрылымында жартылай өткізгіш материал ретінде пайдаланылады. Өткізгіш сымдар тиелген екі жағынан бір-біріне тимей, онда кадмий сульфаты, оқшаулау негізінде орналасқан. Бұл екі сым арасында жарық тәуелді резистор байланысы пайда болады. Шегеру арқылы сырттан аяқталады. Жарық тәуелді резистор жоғарғы беті жарық әсерін анықтау мақсатында мөлдір материалмен жабылған.

Жарық валенттілігі электрондардың тиесілі жарық энергиясын жеткілікті жылдамдығына жетеді, жарық тәуелді резистор өткізгіштігінің тесілуімен өтеді. Сондықтан, жарық тәуелді резистор бос электрондардың орнын толықтыру арқылы жүзеге асырылады. Бұл жарық тәуелді резистор қарсылық құлдырауын білдіреді. Жарық тәуелді резистор жарыққа сезімтал болып табылады. Тәуелді резистор қарсылық өткізгіштігінің аймағында азаяды. Жарық валенттілігі бастап өтуі мүмкін электрондардың санын көбейту сүзгі құлайтын жарық қарқындылығына байланысты. Алайда, жарық қарсылықты сызықтық емес. Жарық тәуелді кедергі төмендеуіне желілік бөлігін болуы дұрыс бағытта қарқынды аймағының өткізгіштігінің электрондардың арқылы өтуі мүмкін.

$M\Omega$ деңгейі өте төмен мәндерге дейін төмендеуі мүмкін, ал мұндай 5-10 Ω ретінде осы элементтердің, кедергісі қараңғыда жарық жеткілікті болса ғана осы аралықты қамтиды. Жарық сезімталдықты бұл элемент объектив түріне және жеңіл қабылдайтын бетінің мөлшеріне байланысты өзгеріп отырады. Линзалардың сезімталдығы болса, линза түрі артады. Жарық тәуелді резистор төтенше жылу байланысты құрылымдық дәлдікпен жұмыс істей алмайды. Төтенше жылу (макс 60°C) астында тесілген болып табылады. Бұл элементтер жарық бақылау тізбегінде әр түрлі пайдаланылады. Жарық тәуелді резистор үлгісінің модель нөмірлері – BRY33, LDR03, LDR05, LDR07, OPR60.

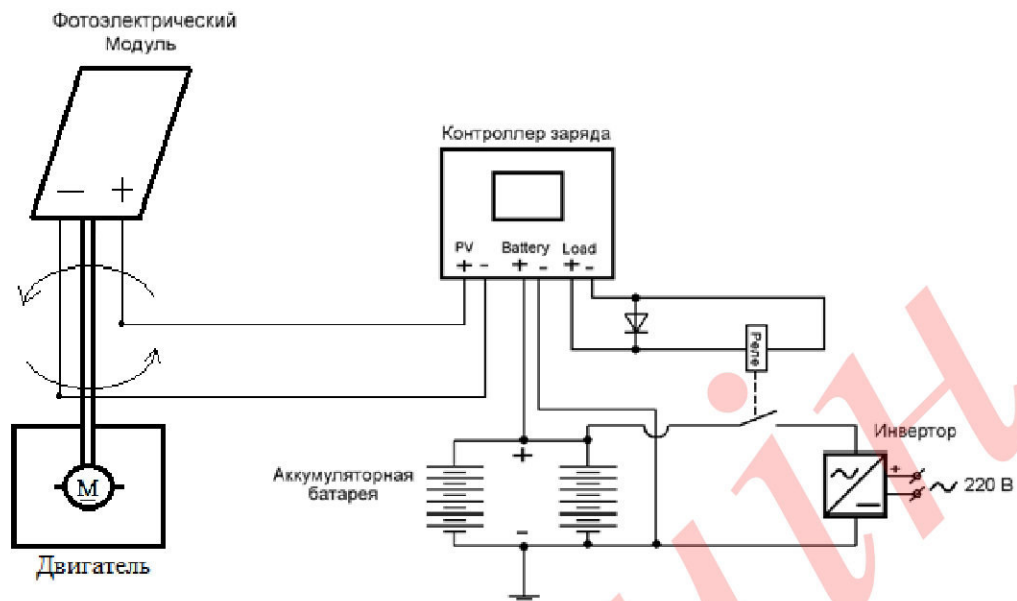
Оған қосылған екі DC-мотор және тісті жүйе арқылы өндірілген көлденең және тік механикалық жүйе қозғалысын береді. Білігінің DC мотор тиеу азаяды. Айналу моменті әсерінен фотоэлектрлік панельдің қозғалысы жүзеге асырылады.

Механикалық жүйенің жобалау есептері бойынша 7-8 килограмм айналасында күн панельдерін жобалау күтілуде. Мұнда DC мотор бақылау электрондық нысанда көрсетілетін болады.

Төмендегі суретте көрсетілгендей, Шығыс-Батыс қозғалысы, тұрақты ток қозғалтқышы болып табылады. Оңтүстік-Солтүстік қозғалысы негізінде жатқан DC мотор және беріліс қорабы арқасында мүмкін болып, осы қозғалтқыш әлі қосылған болатын. Біздің жүйе платформасы механикалық жүйесі туралы ақпаратты табу үшін жобаланған және басқару жүйесі төмендегі суретте көрсетілген.



Жүйенің қозғалысы динамикалық жүйесімен жүргізіледі. Динамикалық жүйе біріншіден қозғалтқыш болып табылады. Қозғалтқыштар электр энергиясын кинетикалық энергиясына түрлендіру үшін арналған электр машинасы болып табылады. Қозғалтқыштарды AC және DC деп екі топ талдауға болады. Біз күн қадағалау жүйесі үшін 12 В DC мотор пайдаландық. Тұрақты ток электр жылдамдығы жоғары. Тіпті төмен жылдамдықпен күн баяу және тұрақты төмен болуы тиіс, ол күні бойы таңдалған қозғалтқыш жылдамдығы өзгерістер, бірақ таңдалған қозғалтқыш жылдамдығы үшін жүйе үшін тиісті емес. Қозғалтқыш редукторы жылдамдығын азайту үшін қолданылады. 12 В тұрақты ток генераторының айналу жылдамдығы 5 айн/мин кезде. Қозғалтқыш жылдамдығын азайту кезінде редукторы қозғалтқыштың моменті арттырады. Ол мотор үшін тиімді болып табылады. Сондай-ақ, қозғалтқыш таңдау қозғалтқыштың номиналды қуатына қарап. Өйткені, таңдалған қозғалтқыш, есеп айырысу бойынша, 7-8 кг жүкті тасымалдай алады. 80 мА ток аударады деп кезде күн бақылау жүйесін таңдау Қозғалтқыш жұмыс істемейтін 30 мА орнатылған. Осы сипаттағы қозғалтқыш біз үшін қолайлы болып табылады.



3.3-сурет. Автономды күн электр станциясының жалпы сұлбасы

Бұл байланыс схемасы терең разрядты батареяны кірістірілген инвертор тізбектерді пайдалануға қолайлы болып отыр. Алайда, контроллер дәл алым батарея күйін есептеу мүмкін емес. Бұл үшін біз арнайы өлшеу Шунты пайдалану керек емес, тек зарядтау ток есептеу және разряд ағымдағы және барлық контроллерлер сияқты графты қосылу мүмкіндігі бар болса болғаны.

Автономды күн электр станциясының құрылысы үшін есептеу алгоритмі төменде келтірілген.

Фотоэлектрлік жүйе

Максималды қуат: 110 кВт

Өлшемдері: 1,2x0,67

Бағасы: 75-100\$

$S=10 \text{ м}^2$

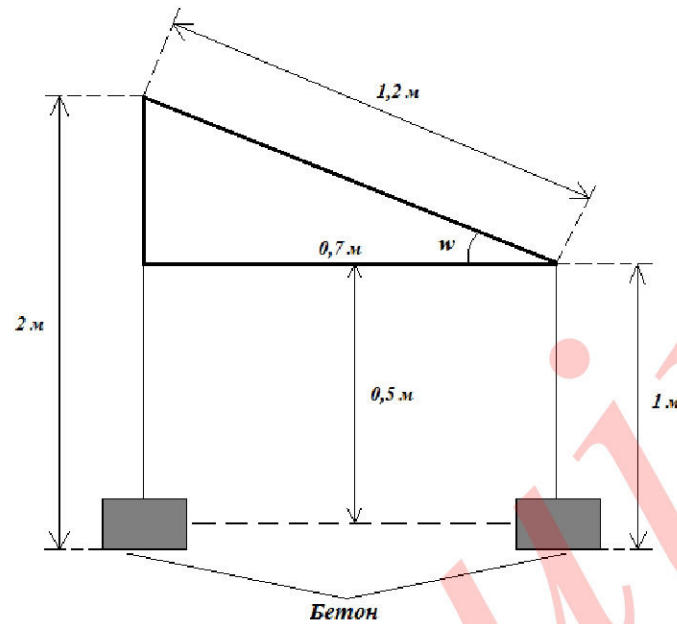
Бір панельдің ауданы: $S = 1,2 \times 0,67 = 0,84 \text{ м}^2$

10 м² жерге кететін панельдер саны: $N = \frac{S_{\text{общ}}}{S_{\text{одн}}} = \frac{10 \text{ м}^2}{0,84 \text{ м}^2} = 12 \text{ дана}$

Оларды 4 данадан 3 топқа бөлеміз. Осылайша 4 панельден 3 топ немесе 6 панельден 2 топ аламыз. Екінші нұсқа тиімді болып отыр:

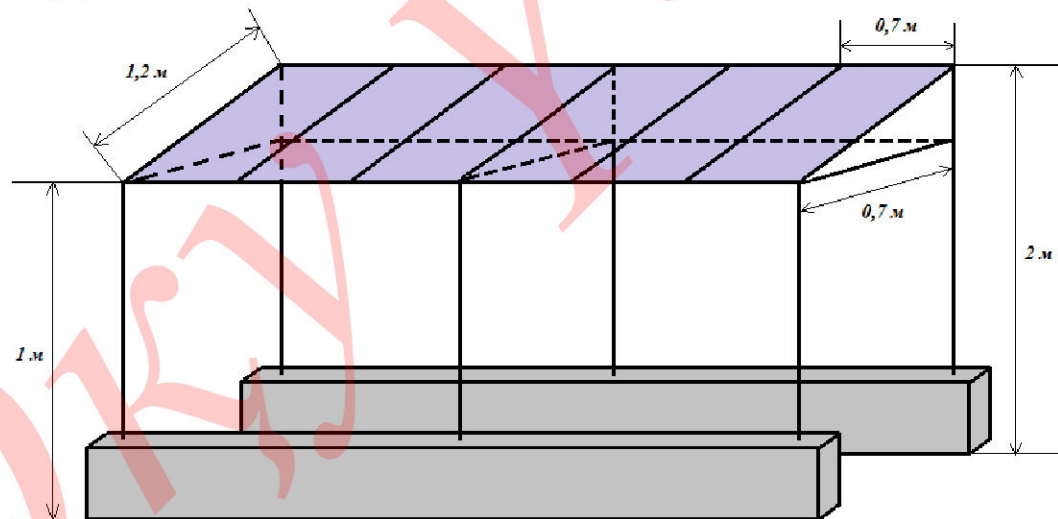
- 3 тартпа $h=2\text{м}=6 \text{ м}$;
- 3 тартпа $h=1\text{м}=3 \text{ м}$;
- 6 жұп тарап $h=1,2=14,4 \text{ м}$;
- 6 жұп бойлық $h=0,7\text{м}=8,4 \text{ м}$;
- 3 айнымалылар $h=0,7\text{м}=2,1 \text{ м}$;
- 40мм төртбұрышты материал құрылымдар.

Жалпы шығын: $2 \times (3 \times 2 + 3 \times 1 + 12 \times 1,2 + 12 \times 0,7 + 3 \times 0,7) = 68 \text{ м} + 10\% = 75 \text{ м}$



3.4-сурет. Фотоэлемент тартпалары үшін есептеу параметрлері

10 м² жерге күн панельдеріне 75 м төртбұрыш және фундаментды тіреуіштер үшін тонна бетон кетеді.



3.5-сурет. Автономды күн электр станциясының бір бөлігінің жалпы көрінісі.

Ауданы 10 м² күн батареялары үшін кететін қаражат есебі:

- 1 м төртбұрыш: 250 т = 1,7 доллар = 1,7x75 м = 127,5 доллар;
- 1 күн батареясы: 75 доллар = 75x12 = 900 доллар;
- 1 тонна бетон: 100 доллар;

Ауданы 10 м² күн батареяларын құруға кететін жалпы қаражат:
127,5+900+100 = 1127 доллар.

Ауданы 10 м² күн батареяларынан құралған электр энергиясын өндірілуінің есептелуі:

- батареялардың жалпы қуаты: 110x12 = 1320 Вт;
- күннің инсоляция коэффициентін есептеу, яғни шектік сағаттың саны.

Күн радиациясының айлық және жылдық санының жиынтығы, кВт·сағ/м²

Ені – 43,1	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	Жыл
Көлден ең панель	72,7	93,2	130	135,1	143,9	129,2	124,3	124,8	119,1	94,3	64,6	57,8	1289,5
Тік панель	177	166	139,2	90,2	74,9	64,4	66,9	79	105,2	126,8	127,7	147,1	1364,2
Панельдің еңкею бұрышы - 50,0°	169	171,8	173	138,1	121,1	109,6	109,1	121,7	144,1	147,5	130,3	139,5	1681,3
Полярлық осі бойымен айналу	194,9	211,1	227	189,3	178,9	150,6	142,8	164,3	194,2	184	151,9	157,6	2146,7

Шектік сағат есептеу үшін, 50,0 градус, 43,1 градус ендік бұрышпен күн батареяларын орнату. Біз жылына күндер санына жалпы жылдық күн радиациясының мәні бөліседі, біз тәулігіне орташа жалпы мәнді алу. 1000 нәтижесінде құндылығы үлесі, және күн 1000 Вт/м² қарқынды секілді жарық, оның барысында шартты уақытты алды.

$$1) 1681 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 / 365 = 4,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2;$$

$$2) 4,6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{час}}{\text{м}^2} \div 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} = 4,65 \frac{\text{кВт} \cdot \text{час}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{кВт}} = 4,6 \text{ час}$$

- Күн сағаттар күн екенін ескере отырып, тәулігіне өндірілген электр есептеу, 4,6 болып табылады: 1320h4,6 = 6072 Вт·сағ;

- Өткен айда электр энергиясының: 6072h30 = 182160 Вт·сағ;

- Жыл бойы электр энергиясының: 182160h12 = 2.185.920 Вт·сағ = 2186 кВт·сағ

10 м² алаңы күн панельдер электр және өтелу құнын есептеу:

- Жыл ішінде электр энергиясының өзіндік құнын есептеу: 2186h13 = 28418 теңге = \$ 190;

- Есептеу мерзімі: 1127/190 = 6 жыл.

Бұл күн панельдері бір жыл ішінде 2186 кВт қуатын өндіреді. Панель 10 м² ауданда орнатылып, кеткен шығындарды 6 жыл ішінде өтейді.

1 га үшін есептеу

- Күн батареяларын 1 га үшін қажетті жабдықтарды сомасы: 1 га сондықтан $1127h10000 / 10 = 1,127,000$ АҚШ доллары, 10000 м² тең;
- Жыл бойы электр энергиясының: $2186h10000 / 10 = 2,186,000$ кВтсағ;
- Жыл ішінде электр энергиясының өзіндік құнын есептеу: $28418h10000 / 10 = 28,418$ миллион теңге = 190000 доллар;
- Есептеу мерзімі: $1127000/190000 = 6$ жыл.

Жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі Күннің күн батареяларын бұрышын өзгерту арқылы азайтуға болады. Тиімді күн сәулесін пайдалану үшін, ол жылдың барысында күн сәулесінің тікелей бұрыш астында панеліндегі құлап мұны қажет. Қыста, панельдік 60° бұрышпен болуы керек, және 30° бұрышпен жазда. Төменде сәулесінің коэффициентін есептеу, яғни rikochasov айнымалы бейімділігі панельдер кезінде, болып табылады.

Орташа жылдық инсоляция коэффициенті

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.г од
МДж/м ² ·ден ь	25, 5	28, 5	28, 6	29, 5	32, 4	32, 9	32, 4	29, 2	27, 7	27, 6	26	23, 3	29
кВт*сағ/м ² ·д ень	7	7,9	7,9	8,1	9	9,1	9	8,1	7,7	7,6	7, 2	6,4	8

Инсоляция жылдамдығы 8 шартымен, біз 10 м² алаңы күн панельдер арқылы электр энергиясының есептеу ұсынады.

- Тәулігіне электр энергиясының есептеу орындаңыз: $1320h8 = 10560$ Вт·сағ;
- Өткен айда электр энергиясының: $316\ 800\ 10560h30 =$ Вт·сағ;
- Жыл бойы электр энергиясының: $316800h12 = 3.801.600$ Вт·сағ = 3800 кВт·сағ.

Енді біз электр энергиясын жинақталатын және жобаның өтелу құнын есептеу.

жылына өндірілетін электр энергиясының Отанымыздың құны: $3800h13 = 49400$ теңге = \$ 330;

- Есептеу мерзімі: $1127/330 = 3,5$ жыл.

Ол күн панельдері 3800 кВт өндіруге және 3,5 жыл өзі төлейді жылға арналған 10 м² орнатылған қосылады.

8-ге тең күн радиациясының коэффициенті 1 га үшін есептеу

- Күн батареяларын 1 га үшін қажетті жабдықтарды сомасы: 1 га сондықтан $1127 \text{h}10000 / 10 = 1,127,000$ АҚШ доллары, 10000 м² тең;
- Жыл бойы электр энергиясының: $3800 \text{h}10000 / 10 = 3,800,000$ кВтсағ;
- Жыл ішінде электр энергиясының өзіндік құнын есептеу: $49400 \text{h}10000 / 10 = 49,4$ млн теңге = 330000 доллар;
- Есептеу мерзімі: $1127000/330000 = 3,5$ жыл.

Жоғарыда есептеу нәтижелеріне сүйенетін болсақ, халықаралық қазақ-түрік университетіне қуаты 1-3 кВт болатын дербес күн электр станциясын жобалау экономикалық тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Мәселен, электр станцияны жобалауға кететін қаражат 190,000 АҚШ долларын құрайтын болса, бұл шығын өзінің құнын 6 жыл ішінде өтейді. Бұл мәліметтердің барлығы дерлік есептеулер нәтижелерінен алынып отыр. Сонымен қатар, осы қаражат шығындарыменен университетті электр энергияға мұқтаждығын толық қанағаттандыруға болады деп есептейміз. [11]

ҚОРЫТЫНДЫ

Күн сәулесін пайдаланып тиімді электр энергиясын алу үшін ең алдымен фото панельдің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету керек. Ол үшін сол панельді күн сәулесіне бағытталған түрде құрастырдым (күнбағыс қасиетінде). Өйткені осы жағдайда ғана фото панель максимал ток өндіруі мүмкін. Күн сәулесін пайдаланып қажетті электр станциясын құру үшін міндетті түрде оны есептеу алгоритмдері келтірілді. Бұл алгоритм көмегімен бізге керекті электр станция құруды есептеу процедурасын істеп шығарылды.

Диссертациялық жұмыста халықаралық қазақ-түрік университеті үшін дербес күн электр станциясын құрудың есептеулері жүргізіліп, фото панельдің тиімді формасын таңдау мәселелері қарастырылған. Жұмыстың барысында Қазақстан Республикасының қазіргі кездегі энергетика саласы бойынша жағдайы және баламалы энергетика саласын дамыту мәселелеріне шолу жасалынған. Диссертациялық жұмыстың төмендегідей мақсаттары орындалды:

- фото панельдің жұмыс істеу қасиеттерін Түркістан қаласын үшін күннің инсолясионды коэффициенті анықталып, сәйкестендірілді;

- 1 га жер үшін жобаланған қажетті фото панельдерді жинақтаудың есептеу алгоритмдері құрастырылды;

- жобаланған күн электр станциясының ресурстық және де экономикалық тиімділігі анықталды.

Күн энергиясын пайдалана отырып электрмен, сонымен қатар жылмен қамтамасыздандыру экологиялық, экономикалық тұрғыдан да тиімді болып табылады. Осы тұжырымдарға сай, дербес күн электр станциясын жобалау мүмкіншілігі қолайлы әрі тиімді деп есептейміз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рустамов Н.Т., Конусов Б.Р., Рустамов Е.Н. Создание гибридного источника энергии. Вестник МКТУ им. А. Ясауи, № 1(81), 2013, с.69-72.
2. С. М. Воронин, Л.А. Таран. Параметры автономной системы электроснабжения на основе солнечной электростанции // Механизация и электрификация сельского хозяйства -2007 -№3 С. 24-25.
3. Таран А. А. Анализ вариантов автономных солнечных электростанций /С.М. Воронин, А. А.Таран Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве. Сборник научных трудов АЧГАА Зеленоград-2007, -С. 49-55.
4. Гаран АА Пути совершенствования автономных солнечных электростанций /С.М. Воронин, А.А. Таран // Высокие технологии энергосбережения Труды международной школы-конференции. Воронеж-2005, -С. 121-123
5. Қожаспаев Н., Кешуов С., Мұхитов И. Электротехника. Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1996ж.
6. Горбачев Г.Н., Чаплигин Е.Е. Промышленная электроника. -М: Энергоатомиздат, 1986.
7. Рустамов Н.Т., Куатбеков Б., Конусов Б. Жел қондырғының жұмыс істеу принципі және жел донғалағы қалақшаларының өлшемін анықтаудың қайта есептеу әдісі // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің хабаршысы. – 2014. - №1(45). 121 – 128. (« Физика-математика ғылымдары» сериясы).
8. Володин В., Хазановский П. Энергия, век двадцать первый. М. Инфра. 1995.
9. Драбкин Л.М. Режимы работы солнечных и комбинированных электростанций // Гелиотехника. -№4, 1973. –С. 11-21; №3,1974. –С.13-22.
10. Драбкин Л.М. Солнечные электростанции // Соросовский образовательный журнал. -№4 (41), 1999. –С.105-409.
11. Рустамов Н.Т., Мухамеджанов Н К вопросу создания солнечных мини-электростанций . Вестник МКТУ им. А. Ясауи, №3 (92), 2014, с 15-22. 12.
12. Поиски жизни в Солнечной системе: Перевод с английского. М.: Мир, 1988 г., с. 44-57
13. Жуков Г.Ф. Общая теория энергии.//М: 1995., с. 11-25
14. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник. Кн. 3. М., 1985, с. 69-93
15. Энциклопедический словарь юного астронома, М.:Педагогика,1980 г., с. 11-23
16. Видяпин В.И., Журавлева Г.П. Физика. Общая теория.//М: 2005,с. 166-174
17. Тимошкин С. Е. Солнечная энергетика и солнечные батареи. М., 1966, с. 163-194

18. Илларионов А. Г. Природа энергетики.//М: 1975., с. 98-105
19. Твайделл Дж., Уэйр А. Основы использования возобновляемых источников энергии// Монография: Возобновляемые источники энергии. Москва: Энергоиздат,1990г., стр.10-12.
20. Мхитарян Н.М. Проблема энергообеспечения в мировом хозяйстве // Материалы VII международной конференции: «Возобновляемая энергетика XXI столетия»: Крым, 11-15. 09.2006г., стр.12-16.
21. Безруких П.П. Научно-техническое и методологическое обоснование ресурсов и направлений использования возобновляемых источников энергии // Диссертация на соискание ученой степени доктора наук. Москва: ВИЭСХ, 30.09. 2003 г., стр.10-11.
22. Крашенинников А.А., Дю Е.Н., Сирока А.Я. Перспективы использования нетрадиционных источников энергии// Энергетика и топливные ресурсы Казахстана.1992 г. № 2, стр.48-52.
23. Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». - 4.07.2009 г.
24. Солнечная энергетика: Пер.с англ. и франц./ Под ред. Ю.Н. Маковского и М.М. Колтуна.-М.: Мир, 1979.-390с.
25. Андреев В.М., Грихлес В.А., Румянцев. В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. - Л.: Наука, 1989,-360с.
26. Алексеев В.В. Экология и экономика энергетики. - М.: Знание, 1990. -64 с.
27. Алексеев В.В., Чекарев К.В. Солнечная энергетика. - М.: Знание, 1991.-64 с,
28. Лидоренко Н.С.,ЕвдокимовВ.М.,Зайцева А.К. и др. Новые модели солнечных элементов и перспективы их оптимизации.- В книге: Тр.ВЭЛК (21-27 июня 1977г., Москва).М.,1977, секция 5А, докл.01. 27с
29. Материалы I межотраслевой научно -практической конференции по солнечной энергетике. 21-23 июня 1995 г. Учредитель конференции : Главное Управление Государственного Комитета РФ по оборонным отраслям промышленности.
30. Пивоварова З.И., Стадник В.В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. -Л., Гидрометеиздат, 1988
31. Евдокимов В.М. Некоторые новые теоретические модели фотопреобразователей и перспективы повышения их КПД.- В книге: Преобразование солнечной энергии: сб.статей /Под ред. Семёнова Н.Н.,ШиловаА.Е. Москва,Наука, 1985г.
32. Журнал "ГЕО". №11, ноябрь 1999г. Статья Ханне Тюгель "Гигаватты солнечного электричества"
33. Тезисы докладов./ часть2 / Всесоюзная конференция "Использование солнечной энергии". ФТИ АН Туркменской ССР. Ашхабад. 1977.