

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Төлеген Ермек Манатұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы

6B07101–«Энергетика»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сәтбаева»
Институт энергетика
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD, қауым. профессор
Е.Ә. Сарсенбаев

«27» 10 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы»

6В07101– «Энергетика»

Орындаған: Төлеген Е.М.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. кандидаты
қауымдаст.-профессор
түр А.А.Жуматова
«27» қазан 2022ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

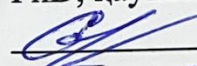
Энергетика кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауым. профессор

 Е.Ә. Сарсенбаев

«5» 09 2022ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Төлеген Ермек Манатұлы

Тақырыбы: Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсандағы № 489-ПӨ

бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы «28» қазан.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Қазақстан Республикасы бойынша күн энергиясың түсу
радиациясының мәліметтері

б) Күн энергиясының пайдалану мәліметтері

в) Есептеу әдістерін қолдана отырып күн энергиясын анықтау


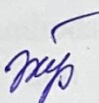
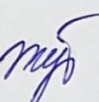
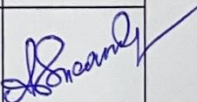
Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен
дайындау

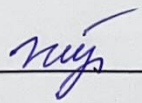
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 15 атау


Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерт у
Күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары	12.09.2022	жоқ
Күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеу	26.09.2022	жоқ
Актинометриялық байқаулар бойынша оңтүстік аймақтағы радиациялық шамаларды есептік талдау	10.10.2022	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолқойылған күні	Қолы
Күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары	Жуматова А.А. қауымдаст. профессор	12.09.2022	
Күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеу	Жуматова А.А. қауымдаст. профессор	26.09.2022	
Актинометриялық байқаулар бойынша оңтүстік аймақтағы радиациялық шамаларды есептік талдау	Жуматова А.А. қауымдаст. профессор	10.10.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О. аға оқытушы	21.10.2022	

Ғылыми жетекші  А.А. Жуматова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Е.М. Төлеген

Күні "05" қыркүйек 2022 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы

Төлеген Ермек Манатұлы

6B07101-Энергетика

Тақырыбы: Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы бойынша жазылған дипломдық жұмыста күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары қарастырылған.

Дипломдық жұмыста Қазақстан республикасының аумағына түсетін күн энергиясының тиімділігін бағалауы бойынша жұмыстар жүргізілген. Күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары мен күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеуі қарастырлады. Сонымен қатар, актинометриялық байқаулар бойынша оңтүстік аймақтағы радиациялық шамаларды есептік талдау жасалынды.

Жұмысты орындау кезінде Төлеген Ермек өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Төлеген Ермек 6B07101-Энергетика мамандығы бойынша бакалавр дәрежесіне ие, ал жұмысы өте жақсы деген бағаға сай.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
т.ғ.к., қауым.профессор



Жуматова А.А.

20 22 ж.

Төлеген Ермек Манатұлы

6B07101 - Энергетика мамандығы бойынша

Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

Студент Төлеген Е.М. дипломдық жұмыста Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы және есептеу келтірген. Күн энергиясын пайдаланудың негізгі бағыттары, сонымен қатар күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеу және де күн сәулесінің горизонталды, көлбеу және нормаль беттікке тікелей түсуін есептеу бойынша іс-шаралар талданды.

Жоба бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, жұмыс бойынша Қазақстандағы күн энергиясының қолдануы бойынша мәліметтер толығымен қамтылмаған. Бұл ескерту жұмыстың бағасын төмендетпейді.

Жұмысты бағалау

Студент Төлеген Ермек «Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы» Қазақстан республикасының аумағына түсетін күн энергиясының тиімділігін бағалауы бойынша есептемелер жүргізілген. Осы жаңартылатын энергия көзінің даму тарихы, қазіргі жағдайы және де болашағына кәсіби сараптамалар жүргізіліп, Қазақстанның энергетика саласына пайдасы қандай болатынын қарастырылған.

Жалпы дипломдық жұмыс кафедраның қойған талаптарына сәйкес келеді, сондықтан аттестациялық комиссия алдына қорғауға жіберілуге және «жақсы» А (80) 4,0 деген бағаға лайық деп есептеймін.

Пікір беруші

«Логистика және көлік академиясы»

«Энергетика» каф., ассистент-

профессоры, доктор PhD

Қалиев Ж.Ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төлеген Ермек

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы.doc

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 8.3

Коэффициент Подобия 2: 6.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 15

Интервалы: 0

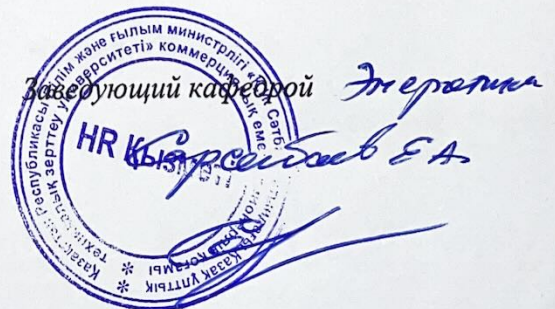
Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

2022-10-26

Дата



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төлеген Ермек

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Күн энергиясын тиімді пайдалану бағасы.doc

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 8.3

Коэффициент Подобия 2: 6.6

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 15

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2022-10-26

Дата



Нуржан Балгаев

проверяющий эксперт

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Қазақстан республикасының аумағына түсетін күн энергиясының тиімділігін бағалауы бойынша жұмыстар жүргізілген. Күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары мен күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеуі қарастырлады. Сонымен қатар, актинометриялық байқаулар бойынша оңтүстік аймақтағы радиациялық шамаларды есептік талдау жасалынды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе выполнены работы по оценке эффективности поступления солнечной энергии на территорию Республики Казахстан. Рассмотрены методы выработки и использования солнечной энергии, характеристики солнечного света и расчет энергетических потоков. Кроме того, на основе актинометрических наблюдений выполнен расчетный анализ значений радиации в южном районе.

ANNOTATION

In this thesis work, work was carried out to assess the efficiency of solar energy supply to the territory of the Republic of Kazakhstan. The methods of generation and use of solar energy, the characteristics of sunlight and the calculation of energy flows are considered. In addition, based on actinometric observations, a computational analysis of radiation values in the southern region was performed.

КІРІСПЕ

Ғаламшардың қазіргі экологиялық жағдайы адамзат өркениетінің тұрақты дамуына сенімділік бермейді. Табиғи жүйелердің шексіз бұзылуы биосфераның тұрақсыздануына, оның тұтастығын бұзуға әкеледі. Қазақстан Республикасында тұрақты дамуы, оның халқының өмірі мен денсаулығының жоғары сапасы, сондай-ақ ұлттық қауіпсіздік табиғи жүйелер сақталған және қоршаған ортаның тиісті сапасы сақталған жағдайда ғана қамтамасыз етілуі мүмкін [1].

Күн – көзге көрінетін жарық және жақын инфрақызыл сәулелер арқылы жерге тасымалданатын, сарқылмайтын, орасан зор энергия көзі. Энергетика саласында жаңартылатын, экологиялық таза, барлық жерде қолданылатын күн энергиясын пайдаланумен айналысатын «күн энергиясы» бөлімі бар. Күннің энергиясын адамның шаруашылық қызметінде тұрмыстық қажеттіліктерге, өнеркәсіптік кәсіпорындарда, ыстық сумен қамтамасыз ету және жылыту үшін пайдалануға болады. Күн энергиясын электр энергиясына айналдыру арқылы ғимараттарды жарықтандыруды қамтамасыз етуге, ұшақтардың, автомобильдердің, ғарыш аппараттарының элементтерін қозғалысқа келтіруге болады [1].

Күн энергиясы – жаңғыртылған энергия көздерінің ішіндегі ең үлкен бөлігінің бірі болып табылады. Қазақстан Республикасында күн энергиясының үлкен әлеуетіне ие. Республиканың географиялық орналасуы күн энергиясының әлеуетін пайдалануға қолайлы. Елімізде күн сәулесінің ұзақтығы жылына 2500 сағатты құрайды және жыл сайын 1300-1800 МВт/м² күн радиациясын шығару мүмкіндігі бар. Мемлекетімізде күн энергиясын пайдалану және дамыту үшін барлық жағдай жасалған. Баламалы энергияның бұл түрінің Қазақстан энергетика жүйесінің дамуына қосар үлесі айтарлықтай жоғары екені мәлім.

Бұл жұмыстың мақсаты қазіргі уақыттағы күн энергиясын тиімді пайдалануға баға беру.

1. Күн энергиясын игеру және пайдалану жолдары

Күн батареясы ойлап табылған кезде ол энергия өндірісіндегі өзгерістерге әкелген еді. Бұл өзгеріс жүздеген жылдар бойы әртүрлі ғалымдар мен инженерлердің қолында қайталанған болатын. Күн энергиясының дамуы - инновациялар мен прогрестің қызықты тарихы. Күн энергиясын пайдалану шын мәнінде жаңалық емес. Адамдар күн энергиясын тарихта біздің эрамызға дейінгі 7 ғасырда да пайдаланған. Күн энергиясын ең ерте пайдалану тамақ пісіру мақсатында от жағу үшін лупа арқылы күн энергиясын шоғырландыру болды. Біздің эрамызға дейінгі 3 ғасырда гректер мен римдіктер күн сәулесін діни рәсімдерге арналған қасиетті алауларды жағуға қолданды.

Күн бөлмелері ежелгі уақытта табиғи жылу үшін күн энергиясын алу үшін ойлап табылған. Әдетте оңтүстікке қарайтын бұл бөлмелер әйгілі римдік моншалардан бастап, бүгінгі күнге дейін көптеген заманауи үйлерде танымалдылығын жоғалтпады.

Грек күн тарихындағы бір аңызда Рим империясының ағаш кемелеріне от қойған ғалым Архимед туралы айтылады. Әңгіме оның күн сәулесінің энергиясын қола қалқандардан бұрып, сәулелерді шоғырландырып, жау жерге жеткенше шабуылдағаны туралы айтылады. Бұл шын мәнінде Архимедтің кезінде болды ма, жоқ па, бұл расталмаған. Бірақ күн энергиясындағы бұл тәжірибені 1970 жылдары грек флоты сынады. Олар аңызға айналған қола қалқан мен күн сәулесінің энергиясынан басқа ешнәрсе қолданбай, 50 метр қашықтықтағы ағаш сынақ кемесін өртеп жіберген еді.

1839 жылы француз физигі Эдмон Беккерель электрөткізгіш ерітіндідегі металл электродтардан жасалған ұяшықпен тәжірибе жасай отырып, фотоэлектрлік әсерді ашты. Ол ұяшықтардың жарық түскен кезде көбірек электр энергиясын өндіретінін атап өтті.

Лондондық профессор Уильям Гриллс Адамс пен оның студенті Ричард Эванс Дэй селенге жарық түскен кезде фотоэлектрлік әсерді байқады. Әрине, олар қандай да бір құрал-жабдықты жұмыс істеуге қажетті электр қуатын ала алмады, бірақ осылайша күннің әсерінен қатты элементтерден электр энергиясын өндіру мүмкіндігін дәлелдеді. Фотоэлектрлік ұяшықты құру идеясы осылай пайда болды.

Америкалық өнертапқыш Чарльз Фритс селен негізіндегі алғашқы жұмыс істейтін фотоэлектрлік ұяшықты 1883 жылы ойлап тапты. Ол селен негізін жұқа алтынмен қаптаған еді. Бұл бірінші жұмыс істейтін күн батареясының тиімділігі бар болғаны 1% болды. Осы элементтерге негізделген әлемдегі алғашқы күн панельдері 1884 жылы Нью-Йорктегі ғимараттың төбесіне орнатылды. Бірақ мұндай фотоэлектрлік элементтердің жоғары құны бұл күн батареяларының кең таралуына кедергі келтірді.

Альберт Эйнштейннің дарынды және ізденімпаз ақыл-ойы фотоэффекттің пайда болуын теориялық тұрғыдан негіздеген болатын. Эйнштейн өз мақаласында жарықта энергия пакеттері бар екенін түсіндіріп, оны «жарық

кванттары» деп атады. Бүгін біз кванттарды фотондар деп атаймыз. Эйнштейннің теориясы фотондардың электр энергиясын қалай шығаратынын түсіндіруге көмектесті. 1921 жылы Эйнштейн «теориялық физикаға қосқан үлесі, әсіресе фотоэффект заңын ашқаны үшін» Нобель сыйлығын жеңіп алған еді.

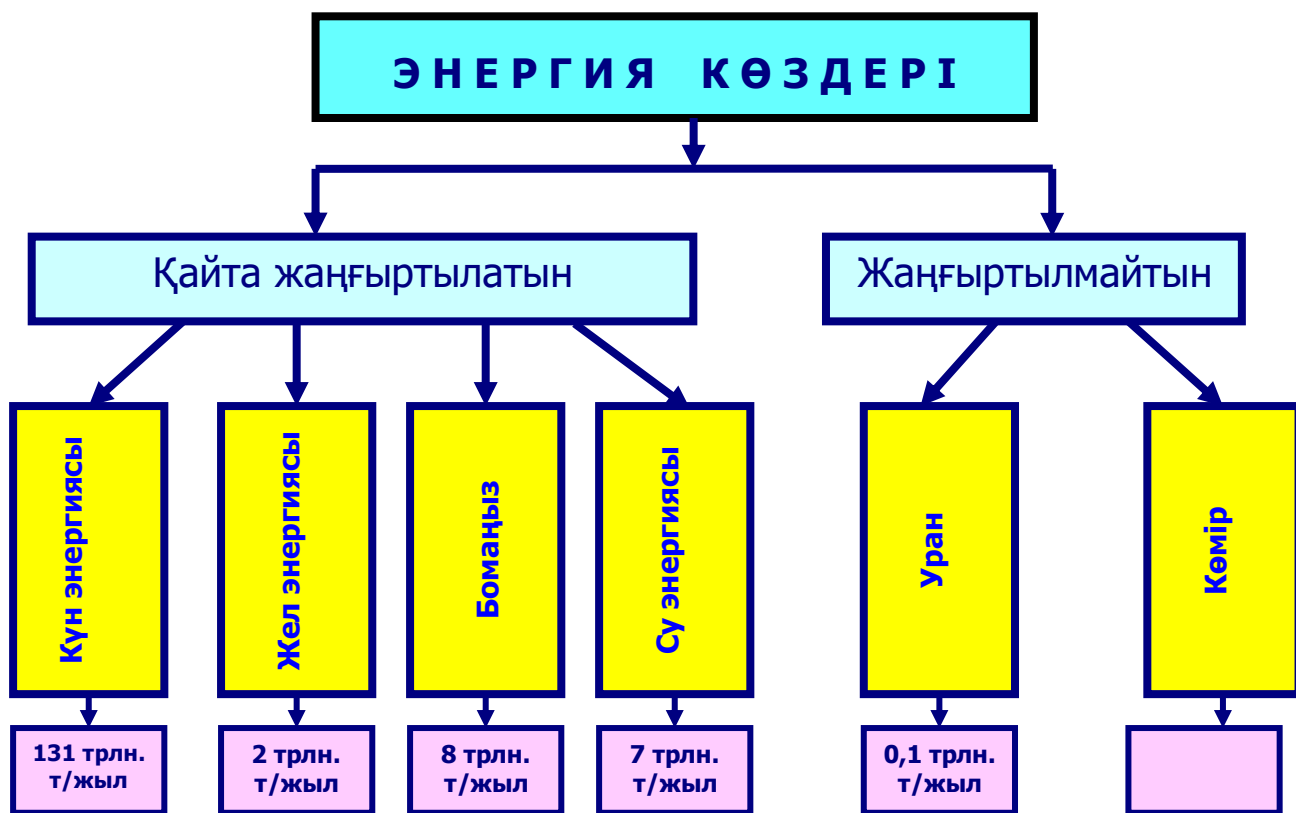
Күн сәулесінің концентрациясы ұзақ уақыт бойы қолданылған, бірақ тек таза фотоэлектрлік негізінде. Күн энергетикасы «Bell Labs» ғалымдары кремний фотоэлементтерін ойлап тапқан кезде ғана пайда болды. «Bell Labs» ғалымдары Дэрил Чапин, Кальвин Фуллер және Джеральд Пирсон осы алғашқы кремний ұяшығымен 6% тиімділікке қол жеткізді және ерте күн панельдері көп ұзамай Жерді орбитада жүретін спутниктерді қуаттандыру үшін пайдаланылды. 1958 жылы «Vanguard I» спутнигі қуаты шамамен 1 ватт алты күн панельдерімен ұшырылды. 1964 жылы американдық «NASA» ғарыш мекемесі толығымен өзінің 470 ватт фотоэлектрлік күн массивінде жұмыс істейтін «Nimbus» спутнигін ұшырды. Аздаған уақыт ішінде күн энергиясының әлеуеті ғарыштан Жер планетасындағы үйлер мен кәсіпорындарға ауысқан еді.

1973 жылғы мұнай дағдарысы адамдарды күн энергиясын зерттеуге инвестициялауға мәжбүр етті. Эллиот Берман арзанырақ күн панелін ойлап тапты. Оның өнертабысы күн панелінің бағасын бір ватт үшін 100 доллардан 20 долларға дейін төмендеткен еді. Берман поликристалды күн батареяларының монокристалдарға қарағанда әлдеқайда арзан екенін анықтады. Дегенмен, мұндай күн панелдерінің тиімділіктері де төмендейтіні байқалды. Қазірдің өзінде поликристалды күн батареялары монокристалдыларға қарағанда арзанырақ, бірақ сонымен бірге тиімділігі төмен.

1980 жылы ARCO Solar жылына 1 мегаватт күн панельдерін өндірді. Екі жылдан кейін бұл компания Калифорнияда қуаты 1 мегаватт күн электр станциясының бірінші жобасын жүзеге асырды.

Ғалымдар мен инженерлердің арқасында, сонымен қатар, алып мекемелердің қаржыландыруының көмегімен, энергетиканың бұл саласы ұзақ жылдар бойы жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде, қазіргі таңда күнделікті қолданысқа енді. Тек Америка Құрама Штаттарының өзінде 2015 жылы үйлерде орнатылған күн панельдерінің қуаты 2ГВт-қа жеткен еді. Ал, сол жылы күн энергиясының жалпы нарығы 20 ГВт-тан асқан еді [1].

Соңғы уақытта күн энергиясын пайдалану мәселелеріне деген қызығушылық күрт өсіп отыр. Бұл энергияның түрі қайта жаңғырылатын энергия көздеріне жатса да, бүкіл әлем бұл энергия көзіне көз тігіп, қызығушылық білдіруде, осы себепті бұл мәселе бізді де айналып өтпей, оның пайдалану мүмкіндіктерін жеке қарастыруға мәжбүр етеді.



1.1-сурет-Қайта жаңғыртылатын және жаңғыртылмайтын энергия көздерінің потенциалы

Күн сәулесін тікелей пайдалануға негізделген [1] энергетиканың потенциалды мүмкіндіктері өте жоғары.

Күн сәулесінен алынатын энергияның тек қана 0.0125 % мөлшерін пайдаланудың өзі, бүкіл дүние жүзілік энергетиканың бүгінгі күнгі сұранысын жабдықтайтынын, ал 0.5 % болашақтағы барлық сұранысты жабатынын еске түсіре кетейік.

Өкінішке орай, күн сәулесі арқылы өндірілетін электр энергия, қазіргі уақытта, әлі де болса қымбатқа түсіп тұр. Алайда, ғалымдар, тәжірибелік қондырғыларда және станцияларда жүргізіліп жатқан эксперименттер, бұл мәселені техникалық тұрғыдан да, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан да шешуге көмектеседі деп үміт артуда.

Күн энергиясын коммерциялық негізде пайдаланудың алғашқы қадамдары өткен ғасырдың 80-ші жылдарынан басталды. Күн энергиясын коммерциялық негізде пайдалану барысында Америка Құрама Штаттарының Loose Industries фирмасы үлкен жетістіктерге қол жеткізді. Бұл фирмамен 1989 жылдың желтоқсанында қуаттылығы 80 МВт-тық күн-газ станциясын пайдалануға енгізілді. Тағы да 1994 жылы Калифорнияда 480 МВт электр қуатын өндіретін күн-газ станциясы жұмыс істей бастады және ондағы 1 кВт/сағ энергияның құны - 7-8 центті құрады. Ал бұл көрсеткіштер дәстүрлі электр станциялары өндірген энергияның құнымен салыстырғанда төмен бағаны көрсетті.

Түнгі уақытта және қысқы мерзімде энергияны көбінде газ, ал жазғы мерзімде және күндізгі уақытта күн береді. Калифорниядағы электр станциясы жақын болашақта газ бен күн энергияның негізгі қорек көздері ретінде пайдалануға болатындығын және олар бір бірін толықтырып тұратындығын көрсетті.

Осыдан күн энергиясының партнері ретінде сұйық және газ тәрізді отынның әртүрлі түрлері пайдаланылуы керек деген қорытынды бекерден бекер айтылмаған. Соның ішінде ең дұрыс қолданыс тапқаны «сутек» болып табылады.

Сутекті күн энергиясының көмегімен, яғни судың электролизі арқылы алу арзанырақ болуы мүмкін, ал газ болса өзінің жылу беру қабілеттілігімен сипатталады және оны тасымалдау жеңіл, әрі ұзақ уақыт сақтауға болады.

Осыдан былай қорындылауға болады: бүгінгі таңда экономикалық тұрғыдан алып қарағанда күн энергиясын пайдалану, яғни жер шарының күн көп түсетін аймақтарында екінші реттік энергия түрін күн энергиясының көмегімен алу үшін, оны осы бағытқа бағыттау ең бір тиімді, әрі үнемді болып саналады.

Бұдан алынған сұйық немесе газ тәрізді отындарды құбырлар арқылы немесе танкерлермен тасымалдау арқылы басқа аудандарға жеткізуге болады. Фотоэлектрлік түрлендіргіштердің құнының төмендеуінің арқасында гелиоэнергетиканың жедел түрде дамуына жол ашты [1,2].

Фотоэлектрлік түрлендіргіштің құны 1 Вт орнықталған қуат үшін 1970 жылы 1000 доллар болса, 1997 жылы 3-5 долларды құрады және олардың пайдалы әсер коэффициенті 5-тен 18% дейін өсті.

Күн ватты құнының 50 центке дейін төмендеуіне байланысты гелиоқондырғылар да басқа дербес (автономды) энергия көздерімен, мысалы, дизельдік электр станцияларымен тайталаса алады.

Күн энергиясын іс жүзінде пайдалану бойынша ең бір алда келе жатқан ел Швейцария болып табылады.

Бұл жерде қуаттылығы 1-ден 1000 кВт дейінгі шамамен 2600 кремнийден жасалған фототүрлендіргіштер мен жылу энергиясын алу үшін күн коллекторларының қондырғылары орналастырылған.

Швейцарияда құрылған “Солар-91” атты программасы да экологиялық мәселелерді және мемлекеттің қазіргі таңдағы жаратып отырған импорттау жолымен келетін энергиясына қатысты 70 пайызға жуық энергетикалық тәуелсіздігін шешу барысында қомақты үлесін қосып отыр.

“Солар-91” программасы мемлекеттік бюджеттің демеуінсіз-ақ, жеке тұлғалардың, муниципалитеттердің және т.б. өз еркімен күш біріктіруінің арқасында жүзеге асырылып отыр.

Бұл программа 2020 жылға дейін гелиоқондырғылардың санын 3000-ға жеткізуді қарастырып отыр. Кремнийлі фототүрлендіргіштерден жасалған гелиоқондырғыларды, соның ішінде әсіресе қуаттылығы 2-3 кВт-тық гелиоқондырғыларды ғимараттардың шатырлары мен фасадтарында орналастырады, ол шамамен 20-30 квадрат метр ауданды алып тұрады. Бұндай қондырғы жылына орта есеппен 2000 кВт/сағ электр энергиясын өндіреді.

Бұл Швейцария үйлерінің тұрмыстық қажеттілігін жабдықтау үшін және электромобильдің борттық аккумуляторларын зарядтауға толығымен жетеді. Жазғы мезгілде күндізгі уақытта жиналған артық энергияны электр торабына қарай береді, ал қысқы мерзімде, әсіресе түнгі мезгілде бұл энергия қайтадан гелиокондырғының иесіне тегін қайтарылады.

Ірі фирмалар қуаттылығы 300 кВт дейінгі гелиостанцияларды өндірістік корпусстардың шатырларына орналастырады. Бұндай станцияның біреуі кәсіпорынның энергияға деген мұқтаждығын 50-70 % дейін қанғаттандыруы мүмкін [1,2].

Электр беріліс желілерін салу тиімді емес жерлерде, мысалы Альпінің өте биік таулы аймақтарында аккумуляторлы дербес гелиокондырғылар тұрғызылып жатыр. Пайдаға жарату (эксплуатация) тәжірибесі елімізде кем дегенде бүкіл тұрғын үйлердің энергияға деген мұқтаждығын жабдықтай алатынын дәлелдеп отыр.

Ғимараттың шатырларында және қабырғаларында орналасқан, көлік және өнеркәсіптік құрылымдарда орналастырылған гелиокондырғылар ауылшаруашылық немесе қала территориясында орналасатын қондырғыларды талап етпейді.

Гримзель елді мекенінде орналасқан дербес күн қондырғысы автожол тоннельдерін күндіз-түні жарықпен қамтамасыз етіп тұр. Шур қаласының маңында 700 метрлік жерді алып тұрған күн панельдері 100 кВт электр энергиясын өндіріп тұр. «Biral» фирмасының тапсырысы бойынша Мюнзингеннің өндірістік корпусының шатырында орналасқан қуаттылығы 320 кВт-тық күн панельдері кәсіпорынның жылу және электр энергиясына деген технологиялық мұқтаждығын толығымен жабады.

Күн энергиясын пайдаланудың қазіргі заманғы концепциясы Арисдорфта тұрғызылған зауыт корпустарының терезелерінің әйнектерін салу кезінде толығымен айқын көрсетілді [1,2].

Бұл жерде қуаттылығы 50 кВт-тық терезе әйнектеріне орналастырумен қатар, жобалау кезінің өзінде-ақ күн панельдері фасадты әшекейлеу қызметін қатар атқара алатындығын дәлелдеді.

Қатты қызу кезінде кремнийден жасалған фототүрлендіргіштердің пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) едәуір төмендейтіндіктен, күн панельдерінің астына сыртқы ауаны айдау үшін орналастырылған желдеткіш құбырлар төселінді. Қыздырылған ауа коллектор құрылғыларының жылу тасымалдағыштары ретінде жұмыс істейді. Әкімшілік корпусының оңтүстік және батыс фасадтарында орналасқан фототүрлендіргіштер (күннің көзіне жарқылдайтын көкшіл-қара түсті) 9 кВт электр энергиясын торапқа бере отырып, декоративті әшекейдің де ролін қатар атқарады.

Күн энергиясын игерудің көптеген басқа бағыттары да бар. Соның ішінде өсімдіктің фотосинтездік қабілеттілігін пайдалану жағы жақсы дамып келеді [1,2]. Қазіргі кезде фотобиохимиялық жүйелер (бірақ олар әлі де болса зерттеулік жұмыс үстінде) құрылған және жұмыс істейді, бұнда жарықтың кванттық энергиясын электрондарды тасымалдау үшін қолданылады. Бұлар табиғи

фотосинтез пайдаланатын эффективті түрлендіргіштердің болашақтағы үлгісі болып саналады.

Күн энергетикасының «үнемділік» мәселесін шешеміз деп кең таралған бұрмалауға жол беруге болмайды: Күн энергиясының электр энергиясына қымбат бағалы, әрі толық дамып үлгермеген фотоэлементтердің көмегімен түрлендіру технологиясын мұнай мен газды пайдаланудың арзан, әрі «лас» технологиясымен салыстыруға болмайды.

Энергетикалық ресурстардың бұл жаңа түрі болашақта сондай кең масштабта пайдаланылатын энергия түрлерімен салыстырылуы керек.

Есептеулер күн сәулесінің көмегімен синтетикалық сұйық отынды кең түрде өндірудің бағасы әрбір баррельге 60 доллардан айналатынын көрсетеді. Салыстыру үшін бүгінгі таңда Персид құймасындағы мұнай баррелінің бағасы 40 доллар екенін атап өткен жөн.

Теңіз деңгейімен салыстырғанда күн сәулесінің интенсивтілігі әрбір квадратты метр үшін 1-3 кВт құрайды [1,2]. Ең тиімді күн батареяларының пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) 12-18 пайызды құрайды.

ПӘК есепке ала отырып, фототүрлендіргіштердің көмегімен күн сәулесінің энергиясын түрлендіру бір квадрат метрден 1/2 кВт үлкен емес қуатты алуға мүмкіндік береді.

Қалыпты ендіктерде күн энергиясын пайдалану тәжірибесі, күн энергиясын тікелей аккумуляциялай отырып жылу түрінде пайдаланудың тиімді екенін көрсетеді. Аляска мен Канаданың солтүстігіне арналып жобалау ұсыныстары жасалды.

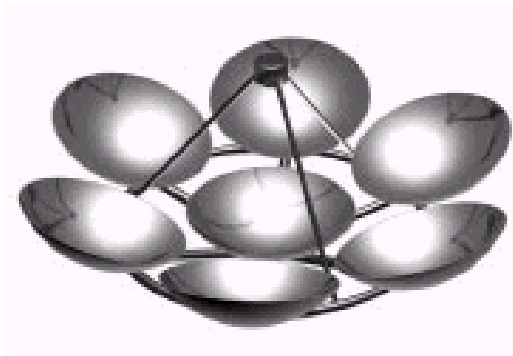
Бұл региондардың табиғат-климаттық жағдайы біздің еліміздің орта жолақтарының жағдайымен сәйкес келеді. Күн энергетикасының дамуының екі негізгі бағыты болады: энергиямен жабдықтаудың күрделі мәселесін шешу және нақты, жергілікті мәселелерді орындауға арналған күн түрлендіргіштерін жасап шығару мәселесін шешу.

Бұл түрлендіргіштер, өз кезегінде жоғары температуралық және төменгі температуралық болып екі топқа бөлінеді.

Бірінші типтегі түрлендіргіштерде күн сәулелері температурасы 3000°C көтерілетін азғантай бөлікте шоғырланады. Бұндай қондырғылар қазірдің өзінде бар. Оларды, мысалы, металлды балқыту үшін пайдаланады (1.2 сурет).

Күн түрлендіргіштерінің ең көп тараған бөлігі өте аз температураларда - 100-200 °C жуық температурада - жұмыс істейді. Олардың көмегімен суды жылытады, оны тұзсыздандырады, суды құдықтан көтереді. Күннің жылуымен көкөністерді, жемістерді кептіреді, тіптен азық түлікті мұздатады. Күн энергиясын түнде үйді және теплицаларды жылыту үшін күндіз аккумуляциялайды [1,2].

Күн қондырғылары эксплуатациялық шығындарды және жөндеуді талап етпейді, тек оларды құру үшін және тазалықта ұстау үшін шығындарды талап етеді. Егер де таза ұстап отырса, олар мәңгілік жұмыс істей береді.



1.2-сурет-Жоғары температуралы гелиостат

55° ендікте 20 м² горизонталды беттікке күн сәулесінің радиациясының бір тәулікте келіп түсуінің орташа жылдық мәні 50-60 кВт/сағ құрайды. Бұл ауданы 60 м² тең болатын бір үйді жылыту үшін кететін энергия мөлшеріне сәйкес.

Орта жолақта орналасқан тұрғын үйдің мезгілдік эксплуатациялық жағдайы үшін ауалық жылумен жабдықтау жүйесі ең бір дұрыс шешімі болып табылады. Күн коллекторында ауа жылынады да, ауа құбырлары арқылы үйдің ішіне беріледі.

Ауа жылу тасығыштарды қолданудың сұйықтағыштарды қолданумен салыстырғанда ыңғайлылығы төмендегі шарттардан көрінеді:

- жүйенің мұздап, қатып қалу қауіптілігі болмайды;
- құбырлар мен крандардың қажеттілігінің жоқтығы;
- қарапайым, әрі арзан.

Кемшілігі – ауаның жылу сыйымдылығының жоғары еместігі.

Коллектордың құрылымы ішкі жағынан қыздыру кезінде иісі шықпайтын, көрінбейтін бұлыңғыр бояумен қараңғыланған, қатарласып орналасқан шыныдан жасалған вертикалды қораптардың тұрады [1,2]. Қораптың ені 60 см жуық болады.

Күн коллекторын үйдің ішінде орналастырғанда вертикалды түрде орналастырған дұрыс. Бұлай орналастыру оны құру кезінде және оған қызмет көрсету кезінде жеңілірек болады.

Көлбей орналасқан (мысалы, шатырдың бір бөлігіне орналастырылған) коллектормен салыстырғанда, судан тығыздалуын талап етпейді, қар басып қалу қауіпі жоқ және де вертикалды орналасқан шынылар шаңнан жеңіл тазаланады.

Жалпақ (жазық) коллектор тікелей түсетін күн радиациясынан басқа бұлтты күндері шашыранды және шағылысқан радиацияларды да өзіне қабылдап алады.

Жалпақ коллектор [1,2] шоғырландырғыш коллектор сияқты жоғары потенциалды жылуды бере алмайды, алайда конвекциялы жылу үшін бұл талап етілмейді де, бұнда тек төменгі потенциалды жылу болса жеткілікті. Күн коллекторы оңтүстікке (шығысқа немесе батысқа 30° дейін ауытқуы мүмкін) қарай бағытталып орналастырылады.

1.1 Күн энергиясын пайдаланудың негізгі бағыттары

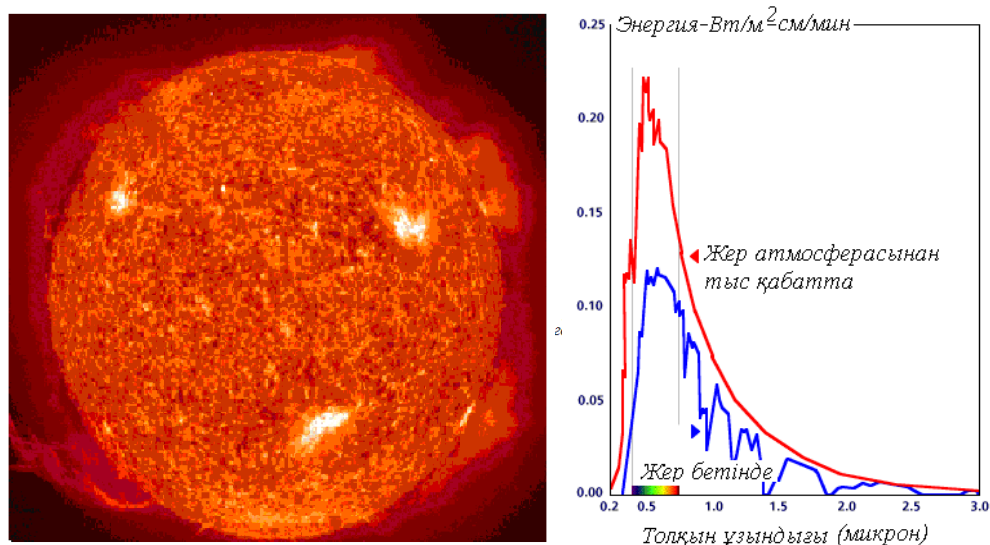
Күн – адамзат үшін ең қуатты энергия көзі болып саналады, ол кем дегенде 3-4 миллиард жыл бойы жарықтандырып тұрады. Біздің планетамызға келіп түсетін күн радиациясының жалпы қуаты $1.7 \cdot 10^{14}$ кВт құрайды [1,2].

Бұл шектік қуаттан шамамен 500 есе асып түсетін орасан зор қуат және адамзаттың өркендеу мұқтаждығын қанағаттандырады десе де болады. Күн сағатының мөлшері жылына 2200-3000 сағатты, ал күн сәулесінің энергиясы жылына кв.м. 1,300-1,800 кВт құрайды. Қазақстанның бүкіл территориясына келіп түсетін энергия ағынының потенциалдық деңгейі 1 трлн. кВт/сағ құрайды. Күн сәулесінің радиациясы - таусылмас, қайта бастала беретін, таза экологиялық энергияның қайнар көзі.

Күн энергиясын пайдаланудың негізгі бағыттары [1,2]:

- 1) күн энергиясын жылу энергиясына түрлендіретін жүйелер (гелиожүйелер);
- 2) күн энергиясын электр энергиясына түрлендіретін жүйелер (күн электр станциялары).

Күннің сыртқы көрінісі мен күн сәулесінің спектрлік сипаттамасы 2.1 суретте келтірілген.



1.1-сурет-Күннің сыртқы көрінісі мен күн сәулесінің спектрлік сипаттамасы

1.2.1 Күн энергиясын жылу энергиясына түрлендіретін гелиожүйелер мен күн электр станциясының түрлері

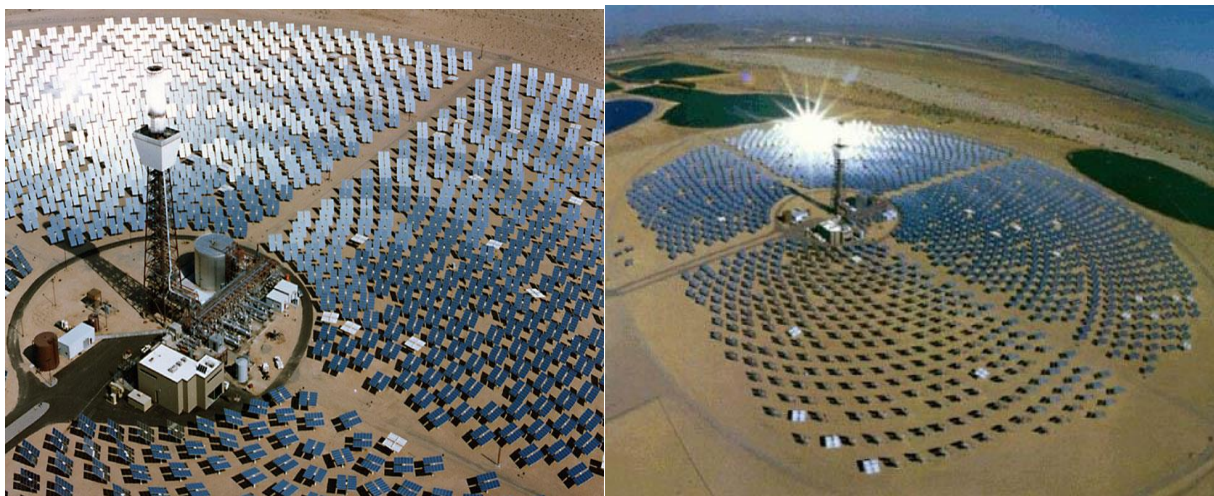
Күн энергиясын пайдалану бойынша күннің жылу энергиясымен жабдықтау жүйелерін екіге: енжарлы (пассивті) және ынталы (активті) бөледі.

Енжарлы (пассивті) жүйелер - күн радиациясын қабылдайтын және оны жылуға түрлендіретін элемент ретінде қолданылатын жылыту жүйелері (ауа жылутасымалдағышы) [1,2].

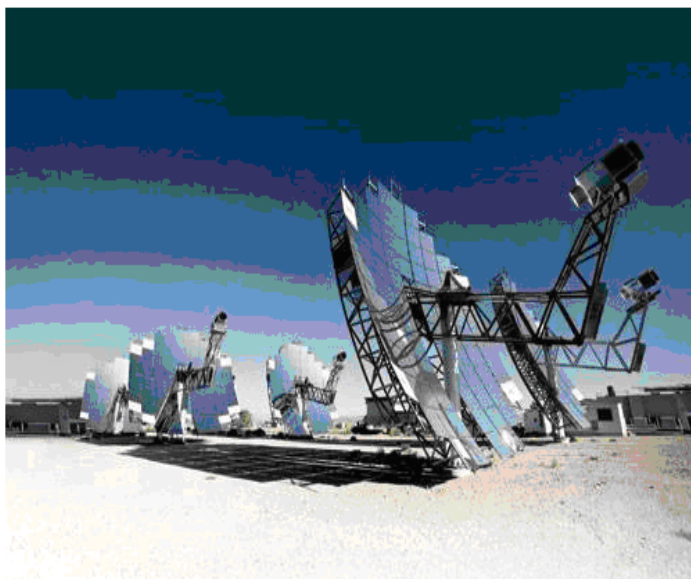
Ынталы (активті) жүйелер - күн коллекторы жеке өзіндік құрылғы болып табылатын төменгі температуралы күнмен жылыту жүйелері.

Ынталы (активті) жүйелердің негізгі элементтеріне: күн коллекторы, аккумулятор, жылуалмастырғыштар, жылуды қайталайтын көздер, сантехникалық арматура, таратқыш және реттегіш құрылғылар, автоматика жүйелері жатады.

Мұнаралы типті және модульді типті күн электр станциялары (2.2 және 2.3 сурет).



1.2-сурет-Барстоудағы қуаты 10 МВт (Калифорния, АҚШ) SOLAR-1 күн электр станциясы және Қырымдағы қуаты 5 МВт мұнаралы күн электр станциясы



1.3-сурет-Параболоцилиндрлі және параболалы типті күн электр станциясы

Модульді типті күн электр станцияларында жұмыстық дене (әдетте су) параболоцилиндрлі немесе параболалы концентраторлардың көмегімен (250-450)⁰С дейін қыздырылады [1,2].

Күн фотоэлектрлік станциясы.

Қазіргі заманғы күн фотоэлектрлік станцияларында Күн энергиясы жартылай өткізгішті күн элементтерінің (фотоэлектрлік элементтердің) көмегімен электр энергиясына түрлендіріледі. Бір бірімен тізбектей қосылған фотоэлементтерді модульге қоса отырып, ірі фотоэлектрлік станцияларды құруға болады [1,2].

Фотоэлектрлік жүйелердің көмегімен энергиямен жабдықтау жүйелері [1,2]:

1. Дербес фотоэлектрлік жүйелер (оталықтандырылған энергиямен жабдықтау тораптары жоқ жерлерде пайдаланылады);

2. Гибридті жүйелер (жел, дизельді отын немесе табиғи газ сияқты электр өндірісі үшін фотоэлементтер мен қосалқы жабдықтардың комбинациясынан тұрады);

3. Электр торабымен қосылатын жүйелер (электр энергиясын жалпы энергия торабына тасымалдайтын электр станциялардан тұрады).

Дербес фотоэлектрлік станция және гибридті жүйе: фотоэлектрлік станция мен жел генераторы 1.4 суретте келтірілген. Көліктегі күн энергиясы 1.5 суретте келтірілген.



1.4-сурет-3.5 кВт қуатты дербес фотоэлектрлік станция және гибридіжүйе: фотоэлектрлік станция мен жел генераторы



1.5-сурет-Көліктегі күн энергиясы

2.Күн сәулесінің сипаттамалары және энергетикалық ағындарын есептеу

Жер бетінің айналасында күн сәулесінің спектрі 6000 К температуралы, $\sim 0,5^0$ бұрыштық диапазонды қара дененің спектріне ұқсас болады [11,12,13]. Жердің жыл бойы қозғалуы кезінде атмосферадан тыс күн сәулесінің интенсивтілігі орташа есеппен $I_o = 1360 \text{ Вт} / \text{м}^2$ (күн тұрақтысы) құрайды. Күн сәулесінің жер бетіне түсуі келесі компоненттермен:

- тыс атмосферадан кіші болатын, және спектрдің қысқа толқынды бөлігінің төмендеуінен атмосферадан өткен кезде сәулені жұтатын спектрлі құрамы бар, I_n , ($\text{Вт} / \text{м}^2$), интенсивтілікті күннің тікелей сәулесімен;

- атмосферада сәуленің шашырауымен анықталатын және аспанның немесе бұлттардың ашылуынан өзгертін I_o , ($\text{Вт} / \text{м}^2$), интенсивтілікпен диффузиялық шашырайтын күн сәулесімен;

- шағылысу коэффициентімен ρ (альбедо) анықталатын, яғни жер бетінен I_{om} интенсивтілікпен шағылысып түсетін күн сәулесімен анықталады:

$$I_{om} = \rho \cdot (I_n + I_o). \quad (2.1)$$

Күн сәулесінің түсуі жер бетінің географиялық ендігінен, оның теңіз деңгейіне қатысты биіктігінен, жылдың уақытынан және тәулігінен, бұлттылығынан тәуелді болады. Сәуленің түсу интенсивтілігінің ең жоғарғы мәні 1000 Вт/м^2 асуы мүмкін. Аспан бұлтсыз ашық болғандағы күн сәулесінің тікелей түсуінің сипаттамасы ретінде атмосферадан өтетін сәуленің өту жолының ұзындығына байланысты «атмосфералық масса» деген ұғым пайдаланылады. Атмосфералық массаның бірлігіне Жердің горизонталды бетіне перпендикуляр бағытталған сәуленің өту жолына сәйкес келеді. Атмосфералық масса M келесі өрнекпен анықталады [12]:

$$M = \frac{2}{\left(\sqrt{\cos^2 \theta + \frac{2 \cdot H}{R_3} + \cos \theta} \right)} \approx \left(\sqrt{\cos^2 \theta + 0.06 + \cos \theta} \right)^{-2}, \quad (2.2)$$

мұндағы θ - зенит пен күнге бағытталған бағыттардың арасындағы бұрыш; H – атмосфералық қабаттың қалыңдығы; R_3 - Жердің радиусы.

Бұндай анықтау кезінде күн сәулесінің атмосферадан тыс түсуі ($M=0$) АМ0 деп, теңіз деңгейіндегі оңтүстік ендікте күн ашық болғанда жер бетіне түсетін күн сәулесі АМ1 (бұл анықталуы бойынша күн сәулесінің тікелей түсу интенсивтілігіне $I_1=1000 \text{ Вт/м}^2$ сәйкес келеді) деп белгіленеді. Күннің горизонттың айналасында $\cos \theta = 0$ болуына сәйкес келетін атмосфералық массаның максималды мәні келесі формуламен анықталады:

$$M_m = \frac{2}{\sqrt{\frac{2 \cdot H}{R_3}}} = 8. \quad (2.3)$$

Егер де атмосферада жұту коэффициентінің дисперсиясын және оның Жер бетінен биіктігінен тәуелділігін есепке алмаса, онда атмосфералық масса M үшін күн сәулесінің интенсивтілігі жуықталып берілуі мүмкін:

$$I_M = I_1 \cdot \left(\frac{I_1}{I_0} \right)^{M-1} = 1000 \cdot \left(\frac{1000}{1360} \right)^{M-1}, \text{ Вт/м}^2. \quad (2.4)$$

Бұл жағдайда атмосфералық массаның ұлғаюынан күн сәулесінің интенсивтілігі төмендеп қана қоймай, сонымен қатар спектрдің қысқа толқындығынан оның спектрлі құрамы да өзгертінін есепке алу керек.

Күн сәулесінің келіп түсуін актинометриялық станцияның тораптарын қолдану отырып, мемлекеттік метеорологиялық қызмет тіркеп отырады. Өлшеулер стандарттық термоэлектрлік аспаптармен: күн сәулесінің тікелей түсу

интенсивтілігі – АТ-50 актинометрмен; қосынды сәуленің (тікелей және шашыранды) түсу интенсивтілігін - М-80 типті баллометрлік пиранометрмен жүргізіледі [11,12]. Күн энергиясының келіп түсуін ұзақ мерзімге болжау үшін түрлі тәсілдер жасалып, Қазақстан территориясы бойынша күн энергиясының таралуының карталары жасалды.

Қарастырылатын аймақта актинометрлік станция жоқ болғанда немесе жеткіліксіз болған жағдайда, күн сәулесінің келіп түсуін есептеу үшін Пейджбен жетілдірілген Ангстрем формуласын пайдалана отырып, станцияға жақын және көршілес территорияларда сәуленің түсуі бойынша мәліметтердің репрезентативтілігіне негізделген жанама тәсіл қолданылады [12]:

$$E = E_0 \cdot \left(a + b \cdot \frac{t_c}{t_0} \right), \quad (2.5)$$

мұндағы $E, кВт \cdot сәг / м^2$ - белгілі уақыт аралығындағы (сағат, тәулік, ай, жыл) горизонталды беттікте күн сәулесінің қосынды тығыздығы; $E_0, кВт \cdot сәг / м^2$ - аспан бұлсыз ашық болғанда таңдалынып алынған уақыт ішіндегі күн сәулесінің қосынды тығыздығы; a, b - эмпирлік коэффициенттер; $t_c, сәг$ - таңдалынып алынған уақыт ішіндегі жергілікті жерде күннің жарқырап ашық болуының эмпирлік ұзақтығы; $t_0, сәг$ - жергілікті жерде күннің жарқырап ашық болуының астрономиялық мүмкін болатын ұзақтығы.

Эмпирлік коэффициент келесі өрнекке тең [12]:

$$a + b = 1. \quad (2.6)$$

Күн энергиясының қондырғыларын есептеу кезінде күн сәулесін қабылдағыштың көлбеу бетіне энергияның келіп түсуі жайлы мәліметтерді есептеу қажет. Осыған байланысты бұл көлбеу беттікке түсетін күн энергиясы ағындарының арасындағы қатынасты табу мәселесі туындайды.

Жалпы жағдайда, көлбеу беттікке күн сәулесінің компоненттерінің үшеуі де түседі, яғни күн сәулесінің I_n интенсивтілікпен тікелей түсуі, I_d интенсивтілікпен диффузиялық шашырап түсуі және әр түрлі бұрыштық сипаттамамен жер бетінен ($I_n + I_d$) интенсивтілікпен шағылысып түсуі. Тікелей бағытталған күн сәулесі параллель ағынды, яғни тек бір бағытқа бағытталған болып саналады. Күн сәулесінің диффузиялық құраушысының изотропты бұрыштық таралуы болады, ал бұрыштық шағылысып таралған құраушысы қарастырылып отырған жердің (орынның) бетінен шағылысудың оптикалық сипаттамаларымен анықталады [11,12]. Және жергілікті жердің рельефінен, қар немесе су қабатынан, өсімдіктерден тәуелді болады.

2.1 Күн сәулесінің горизонталды, көлбеу және нормаль беттікке тікелей түсуін есептеу

Күн сәулесінің горизонталды және көлбеу беттікке тікелей түсуінің есептеулері

Күн сәулесінің горизонталды беттікке I_n , Bm/m^2 , және көлбеу беттікке I_n , Bm/m^2 , тікелей түсу интенсивтіліктерінің арасындағы қатынас келесі өрнектермен анықталады [12]:

$$I_n = I_m \cos \theta, \quad (2.7)$$

$$I_{n1} = I_m \cos \xi, \quad (2.8)$$

мұндағы I_m , Bm/m^2 – қалыпты орналасқан беттікке (жазықтыққа) күн сәулесінің тікелей түсу интенсивтілігі; θ - күнге және зенитке бағытталған бағыттардың арасындағы бұрыш (горизонтал беттікке түсу бұрышы); ξ - күнге бағытталған бағыт пен оңтүстікке қараған көлбеу беттікке бағытталған нормальдың арасындағы бұрыш (көлбеу беттікке түсу бұрышы).

Күнге бағытталған бағыт пен оңтүстікке қараған көлбеу беттікке бағытталған нормальдың арасындағы бұрыш (көлбеу беттікке түсу бұрышы)

$$\cos \theta = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega, \quad (2.9)$$

$$\cos \xi = \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega + \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta, \quad (2.10)$$

мұндағы δ - иілу бұрышы, яғни ол талтүс кезіндегі Күннің экватор жазықтығына қатысты бұрыштық тұрғысы; φ - жергілікті ендік; ω - талтүс кезіндегі күн қозғалысының уақыттық бұрышы (бұл жағдайда 0 тең); уақыттың t әр сағаты ұзақтылықтың 15^0 сәйкес келеді және де сағаттық бұрыштың мәні түске дейін оң, ал түстен кейін теріс болып саналады.

Уақыттық бұрыштың мәні келесі формуламен есептеледі [12]:

$$\omega = \frac{\pi \cdot t}{12} = 15t, \quad (2.11)$$

Күннің шығу және бату кезеңдерінде бірдей мәнде болатын және $\theta = \frac{\pi}{2}$ шартымен анықталатын t_s шамасымен өрнектеледі және Күннің шығуы үшін оң, батуы үшін теріс деп есептеледі:

$$\cos \omega_s = \cos\left(\frac{\pi t_s}{12}\right) = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.12)$$

мұндағы β - қарастырылып отырған беттіктің (жазықтықтың) горизонтқа көлбей түсу бұрышы.

Күннің иілу бұрышының мәнін Купер формуласы бойынша анықтауға болады:

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin\left[360^\circ \cdot \frac{284+n}{365}\right], \quad (2.13)$$

мұндағы n – 1-ші қаңтардан бастап есептелетін жыл күндерінің реттік нөмірі.

Сондықтан да уақыттың кез келген кезеңінде күн сәулесінің көлбеу беттікке тікелей түсу интенсивтілігінің осы сәуленің горизонтал беттікке тікелей түсу интенсивтілігіне қатынасы келесі өрнекпен анықталады [12]:

$$\frac{I_{n1}}{I_n} = \frac{\cos \xi}{\cos \theta}, \quad (2.14)$$

егер аспан кеңістігінде күн сәулесінің шашырап түсуі біркелкі (күнді есепке алмағанда аспанның бұлтсыз ашықтығы бірдей) болғанда, сондай-ақ аспан бұлтты болып, тұманданып тұрғанда күн сәулесінің көлбеу беттікке шашырап түсу интенсивтілігі аспанның қандай бөлігін қабылдағыштың «көріп тұрғанынан» тәуелді болады және төмендегі өрнекпен анықталады:

$$I_{n2} = I_o \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2}, \quad (2.15)$$

дәл осындай тәсілмен көлбеу беттік «көріп тұрған» Жер бетінің бөлігін анықтайтын, көлбеу беттікке шағылысу арқылы түсетін сәуленің интенсивтілігінің мәні анықталады:

$$I_{n3} = \rho(I_n + I_o) \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (2.16)$$

көлбеу беттіктегі күн сәулесінің интенсивтілігінің қосындысы жоғарыда көрсетілген үш компоненттің жиынтығын береді:

$$I_n = I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} = I_m \cdot \cos \xi + I_o \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho(I_n + I_o) \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (2.17)$$

Бұл интенсивтілік уақыттық бұрыштың ω нақты уақыттан тәуелділігімен анықталатын Жердің тәулік бойы айналуының уақыттан өзгерісін ғана емес,

сондай-ақ күн сәулесінің тікелей түсу интенсивтілігінің кездейсоқ уақыттық тәуелділігімен анықталатын Жердің тәулік бойы айналуының уақыттан өзгерісі болып табылады [11,12].

Күн энергиясының дәл түсуін есепке ала отырып, нақты көлбей түсу тиімді бұрышын β анықтаудың шешіміне, әр түрлі иілу бұрыштарында уақыт бойынша интегралдау (2.16) арқылы уақыттың белгілі бір кезеңінде (мысалы, бір айда) күн энергиясының көлбеу беттікке түсуінің толық ағынын анықтау саналады. Бірақ та ағынның уақыттан тәуелділігінің кездейсоқ сипаты болатын болса, онда қарастырылып отырған уақыт кезеңі мен жергілікті жер үшін тиімділікті бұрыштың мәні де кездейсоқ шамаға жатады.

Кейбір тәжірибелік есептерді жуықтап, ықшамдауға болады. Шынында, күннің тікелей түсу сәулесінің энергиясының ағыны үшін β бойынша тиімділік шарты былайша жазылуы мүмкін [12]:

$$\frac{d(\langle \cos \xi \rangle \Delta \omega)}{d\beta}, \quad (2.18)$$

мұндағы $\langle \cos \xi \rangle$ - орташа шама.

Орташа шама Күн сәулесінің көлбеу беттікке түсуінің уақыттық бұрышының тәуліктік интервалындағы оған түсетін күн энергиясының орташа ағынмен $\Delta \omega$ анықталады:

$$\langle \cos \xi \rangle = \cos(\varphi - \beta) \cos \delta \langle \cos \omega \rangle + \sin(\varphi - \beta) \sin \delta, \quad (2.19)$$

сондықтан да $\langle \cos \xi \rangle$ шамасы тәуліктің жарық уақытында Күннің уақыттық бұрышының косинусын анықтайды.

Жылдың «қыс» айлары үшін ($\delta \leq 0$):

$$\Delta \omega = 2\omega_s; \langle \cos \omega \rangle = \frac{\sin \omega_s}{\omega_s}, \quad (2.20)$$

мұндағы ω_s - Күннің шығуы мен батуының бұрышы.

Күннің шығуы мен батуының бұрышы тиімді көлбей түсу бұрышын β_{on} анықтайды [12]:

$$tg(\varphi - \beta_{on}) = \frac{tg \delta \omega_s}{\sin \omega_s}, \quad (2.21)$$

Жылдың «жаз» айлары үшін ($\delta \geq 0$):

$$\Delta\omega = 2\omega_c; \langle \cos \omega \rangle = \frac{\sin \omega_c}{\omega_c}, \quad (2.22)$$

мұндағы $\omega_c - \cos \xi = 0$ шартына сәйкесті Күннің уақыттық бұрышы.

Бұдан

$$\cos \omega_c = -tg \delta tg(\varphi - \beta), \quad (2.23)$$

тең болады.

Бұл жағдайда $\Delta\omega$ және $\langle \cos \omega \rangle$ шамалары көлбей түсу бұрышынан β тәуелді болады, сондықтан да максимумды іздеу кезінде $\langle \cos \xi \rangle \Delta\omega$ есепке алу қажет [11,13].

Күннің көктемгі теңелуге дейінгі және күзгі теңелуден кейінгі қысқы кезеңдерде күн энергиясының толық түсуі күн шығып тұрған түскі уақытқа жуық сағаттарды береді және де Күннің шығуы мен батуының уақыттық бұрышы ω_s 90° -тан едәуір төмен болады. Осы себепті бұл жағдайда (2.21) өрнегінде $\omega_s = 0$ деуге болады. Бұл қарапайым өрнекті береді:

$$\beta_{on} = \varphi - \delta, \quad (2.24)$$

бұл жазықтықтың тек оңтүстікке бағытталғанына ғана емес, сонымен қатар түскі уақытта күн сәулесінің тікелей түсу интенсивтілігінің максимумының бағытына да сәйкес келетінін көрсетеді.

Бұл жағдайда күн сәулесінің көлбеу беттікке тікелей түсу интенсивтілігінің күн сәулесінің горизонтал беттікке тікелей түсу интенсивтілігіне қатынасы келесі мәнге тең болады [12]:

$$\frac{I_{n1}}{I_n} = \frac{\cos \xi}{\cos \theta} = \frac{(\cos \delta)^2 \cos \omega + (\sin \delta)^2}{\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos \omega}, \quad (2.25)$$

t уақыт кезеңдері болғанда түс кезіндегі күннің түсіп тұрғанына сәйкесті $1 - \cos \omega \ll 1$ шарты орындалады, бұдан

$$\frac{I_{n1}}{I_n} = \frac{1}{\cos(\varphi - \delta)} - \frac{tg(\varphi - \delta) \sin 2\delta}{2} (1 - \cos \omega). \quad (2.26)$$

Сәйкесті мәндердің интенсивтіліктері (2.15), (2.16) өрнектердегідей болады.

Жазғы кезеңдер үшін (2.19), (2.22), (2.23) теңдеулерімен анықталатын β_{on} тиімді мәні (2.24) теңдеуіндегі мәннен кіші болады. Іс жүзінде (2.19) өрнегі бүкіл жыл бойғы күн энергиясының максималды келіп түсуін бағалау үшін қажет.

Күн сәулесінің тікелей түсу интенсивтілігі I_m іс жүзінде тәулік уақытынан тәуелділігі аз болады десек, онда (2.7), (2.8) өрнектерін қолдана отырып, күндізгі уақыттағы сәуленің интенсивтілігінің $\langle I_n \rangle, \langle I_m \rangle, \langle I_{nl} \rangle, Bm/m^2$, бірнеше жылдық орташа тәуліктік (немесе орташа айлық) мәндерінің келесі қатынастарын аламыз:

$$\langle I_n \rangle = \langle I_m \rangle \langle \cos \theta \rangle = \langle I_m \rangle \left(\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \frac{\sin \omega_s}{\omega_s} \right), \quad (2.27)$$

$$\langle I_{nl} \rangle = \langle I_m \rangle \langle \cos \xi \rangle = \langle I_m \rangle [\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \langle \cos \omega \rangle + \sin(\varphi - \beta) \sin \delta], \quad (2.28)$$

мұндағы сынық жақшалардың $\langle \dots \rangle$ ішіндегі шамалардың тәуліктің (немесе бір ай көлемінде) жарық кездегі уақыт бойынша орташалануын білдіреді.

$\langle \cos \omega \rangle$ мәні (2.20), (2.22) өрнектерінен алынады, оларға кіретін иілу бұрышының шамасы δ , оның орташа тәуліктік немесе орташа айлық мәнін көрсетеді. Міне сондықтан, горизонтал және көлбеу беттікке түсетін күн сәулесінің интенсивтілігінің орташа мәндерінің арасындағы қатынас келесі түрде жазылады [12]:

$$\langle I_n \rangle = \langle I_n \rangle \frac{\langle \cos \xi \rangle}{\langle \cos \theta \rangle} + \langle I_o \rangle \frac{(1 + \cos \beta)}{2} + \rho(\langle I_n \rangle) + \langle I_o \rangle \frac{1 - \cos \beta}{2}. \quad (2.29)$$

Осыған байланысты бірнеше жыл бойғы кезеңдерде күн энергиясының көлбеу беттік бірлігіне тәуліктік түсуінің орташа мәндерінің E_n , $Bm \cdot \text{сағ}/(m^2 \cdot \text{тәулік})$ арасындағы қатынас [5]:

$$E_n = \langle I_n \rangle \cdot 12 \cdot \left(\frac{2\omega_s}{\pi} \right), \quad \delta \leq 0, \quad (2.30)$$

$$E_n = \langle I_n \rangle \cdot 12 \cdot \left(\frac{2\omega_c}{\pi} \right), \quad \delta \geq 0,$$

мұндағы $12(\omega_s / \pi)$ немесе $12(\omega_c / \pi)$, сағ/тәулік, -тәуліктің жарық уақытындағы сағаттар саны.

Горизонталды және көлбеу беттікке күн энергиясының орташа тәуліктік келіп түсуінің арасындағы қатынасты келесі түрде жазуға болады [12]:

$$E_n = E_n \frac{\langle \cos \xi \rangle}{\langle \cos \theta \rangle} + E_o \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho(E_n + E_n) \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.31)$$

мұндағы E_n және E_δ (2.29) өрнектегі $\langle I_n \rangle$ және $\langle I_\delta \rangle$ өрнектеріне сәйкесті алынады.

Энергияның бір ай бойы келіп түсуі күн сәулесінің орташа интенсивтілігінің бір ай ішіндегі күндізгі сағат санына сәйкес көбейтіндісі ретінде анықталады.

Күн энергиясы ағынының нормаль беттікке тікелей түсуінің есептеулері

Іс жүзінде сонымен қатар күн сәулесінің тікелей түсу ағынының беттікке перпендикуляр бағытталуы да маңызды роль атқарады [11,12]. Бұл Күнді аңдатын арнайы жүйені қолдану арқылы және беттіктің осыған сәйкесті айналуы арқылы жүзеге асырылады. Кейбір жеке жағдайда, бұл кезде беттіктің горизонтқа және Күннің зениттік бұрышына көлбей түсу бұрышының теңдігі сақталуы қажет:

$$\beta = 0, \quad (2.32)$$

ал беттіктің күнге толық бағытталуы кезінде күн сәулесінің қосынды интенсивтілігі келесі тәуелділікпен анықталады:

$$I_{op} = I_m + I_\delta \frac{1 + \cos \theta}{2} + \rho(I_n + I_\delta) \frac{1 - \cos \theta}{2} \quad (2.33)$$

мұндағы I_n, I_δ - күннің тікелей түсу сәулесінің интенсивтілігі.

Нақты алғанда бұл беттіктің ауданына күн сәулесінің максималды түсуін жабдықтайды. Тікелей бағытталған беттік үшін күн сәулесінің интенсивтілігінің орташа тәуелділік және орташа айлық мәні [12]:

$$I_{op} = \langle I_m \rangle + \langle I_\delta \rangle \frac{1 + \langle \cos \theta \rangle}{2} + \rho \left[\langle I_n \rangle (\langle \cos \theta \rangle - \langle \cos^2 \theta \rangle) + \langle I_\delta \rangle \frac{1 - \langle \cos \theta \rangle}{2} \right]. \quad (2.34)$$

Күн энергиясының беттікке E_{op} орташа көпжылдық тәуелділік немесе айлық бағытталып түсуі (3.30) ережесі бойынша анықталады және төмендегідей болады:

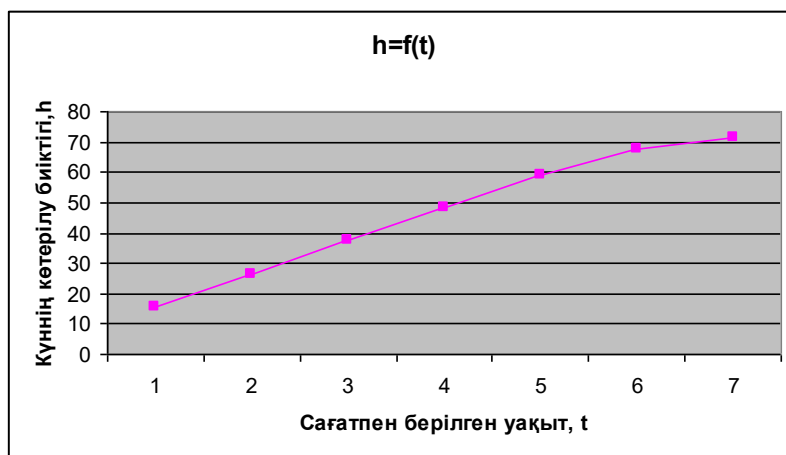
$$E_{op} = \frac{E_n}{\langle \cos \theta \rangle} + E_\delta \frac{1 + \langle \cos \theta \rangle}{2} + \rho \left[E_n \left(1 - \frac{\cos^2 \theta}{\cos \theta} \right) + E_\delta \frac{1 - \langle \cos \theta \rangle}{2} \right]. \quad (2.35)$$

Күн энергиясының орташа көпжылдық жылдық түсуі орташа көпжылдық тәуелділік немесе айлық түсуінің қосындысы ретінде табылады.

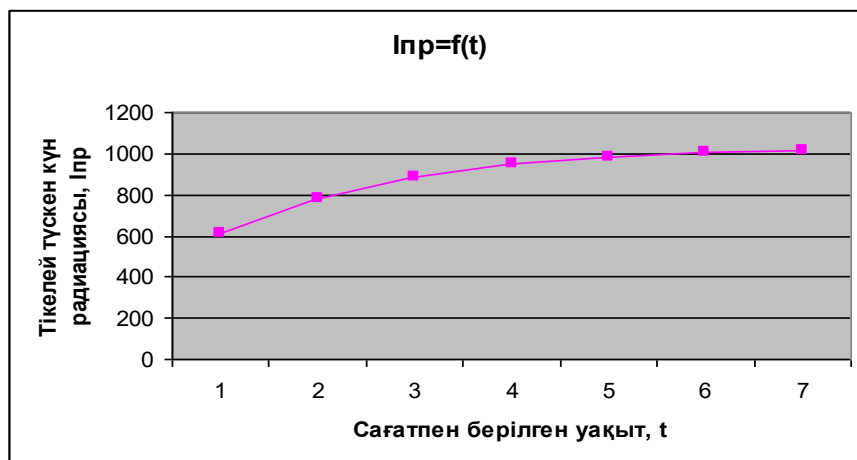
Жоғарыда келтірілген өрнектерді пайдалана отырып, фототүрлендіргіштің көлбеу бетіне түсетін күн радиациясының тығыздығын күннің жылжу траекториясын және күннің көкжиектен көтерілу биіктігін күннің тікелей, диффузилық және жиынтық келіп түсуін есептейміз.

Есептеуді «EXSEL» программасында жүргіземіз. Қарастырылып отырған оңтүстік аймақ үшін, жердің 42 ендігінде орналасқан елді мекен үшін электр мен жылу энергиясымен қамтамасыз ететін энергетикалық қондырғылардың жұмыс істеу тәртібін жылдың 15-ші маусым айына сәйкес есептеп зерттейміз. Есептелген шамаларды кесте түрінде көрсетеміз (2.1 кесте, қосымша 1).

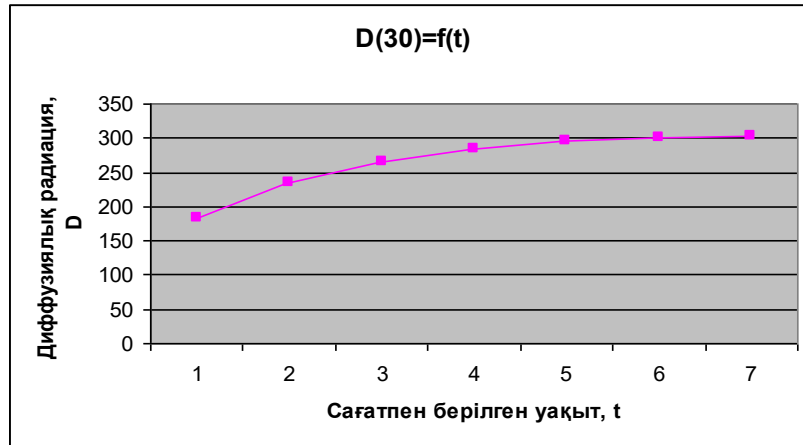
Енді осы есептеу нәтижелері бойынша күннің көкжиектен көтерілу биіктігі, күннің тікелей радиациясы, диффузиялық және жиынтық радиацияларының уақыттан тәуелділік графиктерін тұрғызамыз. 2.1 және 2.2 суреттерде күннің көкжиектен көтерілу биіктігі мен күннің тікелей радиациясының графиктері, ал 2.3 және 2.4 суреттерде күннің диффузиялық және жиынтық радиацияларының уақыттан тәуелділік графиктері келтірілген.



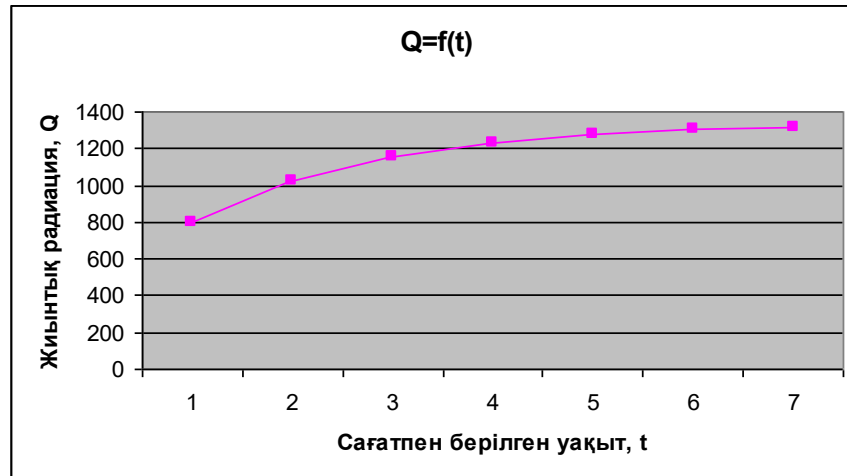
2.1-сурет-Күннің көкжиектен көтерілу биіктігінің уақыттан тәуелділік графигі



2.2-сурет-Күннің тікелей түскен радиациясының уақыттан тәуелділік графигі



2.3-сурет-Күннің диффузиялық радиациясының уақыттан тәуелділік графигі



2.4-сурет-Күннің жиынтық радиацияларының уақыттан тәуелділік графигі

Есептеу нәтижелерінен және графиктерден біз, күн жарқырап шығып тұрған талтүс кезінде, яғни күндізгі 12 сағатта күннің көкжиектен көтерілу биіктігі, күннің тікелей радиациясы, диффузиялық және жиынтық радиациялары ең үлкен мәнде болатынын, ал таңғы, кешкі уақыттарда ең төменгі мәнге ие болатынын көреміз. Графикте сағатпен берілген уақытты таңғы 6.00-дан түскі 12.00 сағ дейін деп түсіну керек.

3. Актинометриялық байқаулар бойынша оңтүстік аймақтағы радиациялық шамаларды есептік талдау

Оңтүстік Қазақстанның климаттық мәліметтерінің жеткіліксіз материалына қатысты актинометриялық бақылауларды анықтауға болмайды.

Сондықтан актинометриялық мәліметтерді жинастырғанда біз шамалас анықталған аймақтардағы актинометриялық анықтамаларды пайдаланамыз, яғни жер шарының шамалас ендігінде жатқан елді мекендер үшін кадастрды методқа жақындатуға мәжбүр етті [3].

Кестеде көрсетілген стансалар бойынша тек кейбіреулерінің актинометриялық материалдарын пайдалануға болады (3.1 кесте).

3.1-кесте-Актинометриялық бақылаулар

Пунктердің атауы	Бойлық	Ендік	Теңіз деңгейінен биіктігі	Бақыланған жыл саны
Түркістан (Ашхабад)	58 ⁰ 23	37 ⁰ 57	254	8
Қаратау (Хейрабад)	57 ⁰ 48	37 ⁰ 55	2027	5,5
Отырар (Байрам-Али)	62 ⁰ 08	37 ⁰ 37	241	3,5
Шымкент (Кушка)	62 ⁰ 21	35 ⁰ 17	630	3,5

Осыған байланысты республикадағы актинометриялық материалдардың жеткіліксіздігі жалпы уақыт аралығында және бірдей бағдарлама бойынша күн кадастрын анықтау үшін біртекті бақылаулар қатарын пайдалану мүмкіндігін бермейді.

Осы себепті әр түрлі уақытта, әр түрлі жерлердегі бақылау материалдарын пайдалануға тура келеді. Бұдан басқа бақылаулар не мерзімінің қысқалығына, не материалдың сапасыздығына байланысты алынбады.

Барлық актинометриялық бақылаулар Оңтүстік Қазақстан (Түркімен) СНГ-нің метеостанцияларында жүргізілді.

Үшінші кестеде көрсетілген станцияларда атмосфера массалары бойынша бақылаулар Михельсон актинометрия көмегі арқылы жүргізілді, бұл ретте Түркістанда (Ашхабадта) атмосфера массаларының келесіге тең 8; 5; 4; 3; 2; 1,5 сандарында радиация өлшеулері жүргізілді, сондай-ақ тал түсте Отырарда (Байрам-Алиде), Шымкентте (Кушкада), Қаратауда (Хейрабадта) массасы екіге тең санында тал түске дейін және тал түсте жүргізілді. Сөйтіп, Түркістанда (Ашхабадта) ашық күн жағдайында радиацияның 13 өлшеуі, ал басқа пунктерде 3 өлшеуі жүргізілді. Демек, Түркістан (Ашхабад) бойынша бақылау

материалдары толықтау болып табылады. Мысалы, Түркістан (Ашхабад) бойынша радиация ағынының тығыздығының орташа мәндерін шығаруда радиацияның 13230 өлшеуі, Қаратау (Хейрабад) бойынша – 1837 өлшеуі, Отырар (Байрам-Али) бойынша 1587 өлшеуі, Шымкент (Кушка) бойынша 1571 өлшеуі жүргізілді (3.2, 3.3 кестелер).

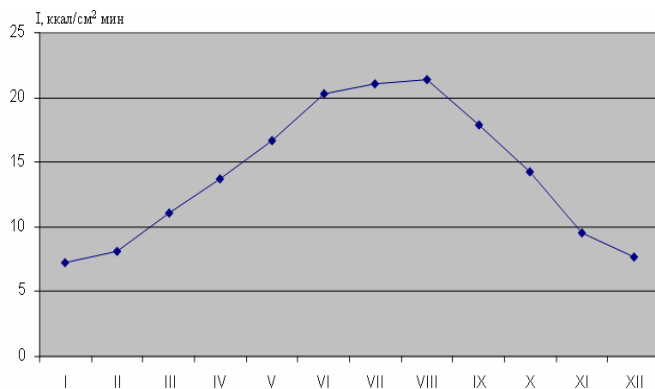
Одақтың басқа аудандармен салыстырғанда Оңтүстік Қазақстанның (Түркменстанның) оңтүстік географиялық жағдайы, сондай-ақ бақылау пунктерінің салыстырмалы жақындығы, осы пунктерінің актинометриялық сипаттамаларының негізгі элементтерін белгілі бір түрде ұқсас етеді.

Атмосфераның қарауытуының жылдық барысының сипаты барлық 4 пункт үшін ұқсас, әсіресе жазғы кезеңде аз бұлттылықта, жоғары ендіктерге қарағанда, күннің көкжиектен үлкен биіктігі салдарынан көлбеу бетке радиация ағынының жоғары тығыздығын жатқызуға болады [3,5]. Сонымен қатар осы пунктердің әрбірі актинометриялық тұрғыда табиғи географиялық жағдайлардың өзгешілігі мен шартталған өзіндік ерекшелігі бар. Түркістан (Ашхабад) және Шымкент (Кушка) шөл шекарасындағы таулы жазықтықта тұр, ал Отырар (Байрам-Али) Мұрғап оазисінде орналасқан, ал Қаратау (Хейрабад) теңіз деңгейінен жоғары 2027 м Копед - Даг тауларында орналасқан.

Әрине, қарастырылып отырған пунктердің актинометриялық сипаттамаларына биіктік бойынша бір айырымың өзі елеулі айырмашылықтар қосады. Шындығында Қаратаудың (Хейрабадтың) биік таулы жағдайы оны басқа бақылау пунктерінен елеулі ерекшелендіреді.

Төменде келтірілген 3.2 және 3.3 кестелерде нақты тал түсте перпендикуляр және көлбеу бетке радиация ағынының тығыздығының мәндері әр ай үшін радиация ағынының осы пунктердегі тығыздығы туралы түсінік береді. 3.1 суретте ағын тығыздығының күн батар кездегі горизонталь бетке қатынасының орташа мәні көрсетілген.

Қаратау (Хейрабад) үшін шілде және мамыр айларында радиация ағынының тығыздығы басқа пунктердегі мәндермен салыстырғанда өте үлкен екенін байқауға болады. Қаратауда (Хейрабадта) көлбеу бетке радиация ағынының тығыздығы да айтарлықтай үлкен.



3.1-сурет-Ағын тығыздығының күн батар кездегі горизонталь бетке қатынасының орташа мәні kcal/cm^2

Мысалы, шілдеде тығыздық $1,44 \text{ ккал/см}^2$ мин құрайды, яғни бұл барлық айлар үшін қарастырылатын басқа пунктерде перпендикуляр бетке түсетін радиация ағынының тығыздығынан көп.

Сонымен бірге ұсынылған кестелерде барлық пунктер үшін перпендикуляр бетке түсетін радиацияның ең үлкен мәндері жазғы айларда емес, көктемгі және қысқы айларға келеді. Мысалы, Қаратауға (Хейрабадқа) желтоқсан, ақпан және қараша айларында радиация максимум түседі; Түркістан (Ашхабад) үшін – наурызда, Шымкент (Кушка) үшін – наурызда, Отырар (Байрам-Али) үшін – қаңтарда түседі.

Перпендикуляр бетке радиация ағынының тығыздығының азаюы жазғы кезеңде атмосфераның қарауытымен түсіндіріледі, бұл ретте қарауыту соншалықты елеулі күннің көкжиектен биіктігінің қысқы кезеңімен салыстыру бойынша үлкен болу салдарынан, тіпті радиацияның қарқындылығының елеулі төмендете отырып, жазғы уақытта радиацияның артуын өтемейді.

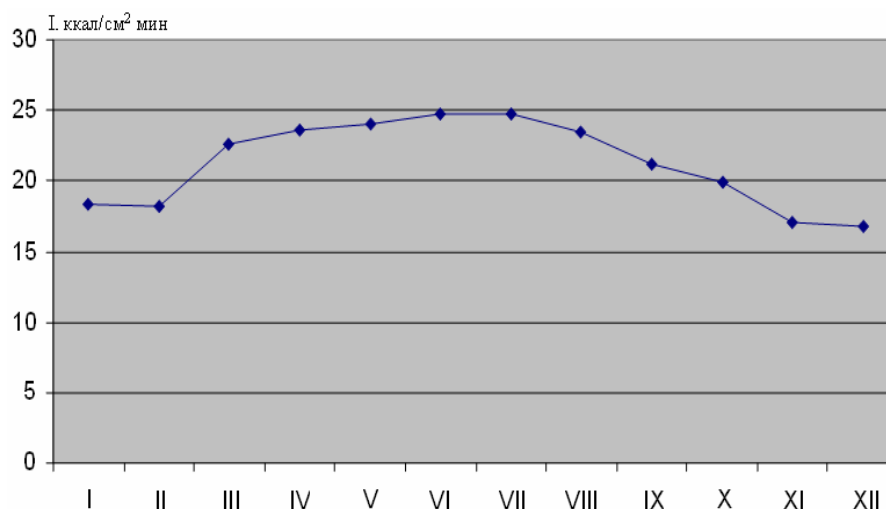
Түркістан (Ашхабад) станциясы бойынша радиацияның мүмкін қосындыларын есептеу үшін актинометриялық кадастр әдісі қолданылды. Радиация ағынының тығыздығының мәндерін бақылаудың әр мерзімі үшін орташа радиацияның тәуліктік жүрісінің кескіндемесін салуда 15 нүкте пайдаланылды (13 нүкте – радиация өлшеулері және 2 нүкте күннің шығуы мен батуы).

Осы нүктелердің абсцистері осы формула бойынша анықталды [3,4]:
 $\sinh_0 = \sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta \cos \varphi$ көмегі арқылы “ φ ” қатысты шешіледі. Бұл ретте “ β ” мәні әр айдың 16 саны үшін алынды, ал “ h_0 ” мәндері атмосфералық массалардың сәйкесті санына тәуелділігінде алынды (Бемпорад бойынша).

3.2-кесте-Тура перпендикуляр бетке күн радиациясының мүмкін болатын айлық қосындылары, ккал/см²

	I	II	III	IV	V	VI	
Қаратау (Хейрабад)	21,48	23,37	27,43	28,39	31,08	31,72	
Түркістан (Ашхабад)	18,31	18,21	22,61	23,63	23,98	24,67	
Отырар (Байрам-Али)	20,20	18,62	23,34	25,58	26,50	26,58	
Шымкент (Кушка)	20,10	20,55	24,63	24,19	27,43	26,39	
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ЖЫЛ
Қаратау (Хейрабад)	31,77	30,08	27,59	26,08	23,18	22,64	324,8
Түркістан (Ашхабад)	24,72	23,50	21,22	19,94	17,01	16,82	254,62
Отырар (Байрам-Али)	26,20	26,01	24,13	22,44	18,93	18,03	274,56

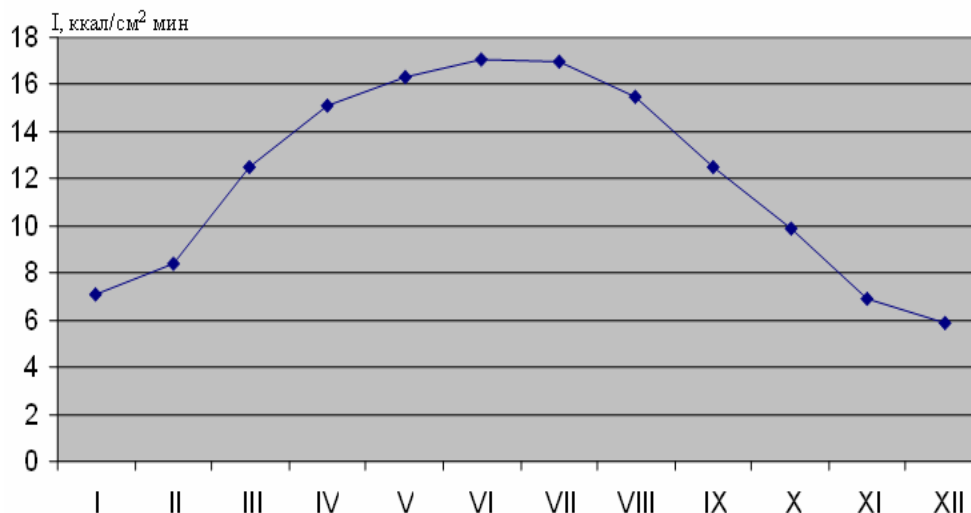
3.4 және 3.5 кестелерде перпендикуляр және көлбеу бетке айлық және жылдық радиацияның мүмкін болатын қосындылары келтірілген. 3.2, 3.3 суретте тікелей күн радиациясының перпендикуляр бетке қатынасының мүмкін болатын айлық қосындысы көрсетілген.



3.2-сурет-Тікелей күн радиациясының перпендикуляр бетке қатынасының мүмкін болатын айлық қосындысы

3.3 кесте Тура көлбеу бетке күн радиациясының мүмкін болатын айлық қосындылары, ккал/см²

	I	II	III	IV	V	VI	
Қаратау (Хейрабад)	8,32	10,59	15,30	17,75	20,60	21,70	
Түркістан (Ашхабад)	7,10	8,35	12,54	15,08	16,36	17,06	
Отырар (Байрам-Али)	7,96	8,71	13,31	15,00	18,15	18,56	
Шымкент (Кушка)	8,49	10,03	14,34	15,88	18,88	18,56	
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ЖЫЛ
Қаратау (Хейрабад)	21,49	19,50	16,04	12,93	9,26	7,97	181,45
Түркістан (Ашхабад)	16,99	15,49	12,46	9,92	6,87	5,92	144,14
Отырар (Байрам-Али)	18,16	17,14	14,44	11,39	7,88	6,56	157,26
Шымкент (Кушка)	18,08	17,89	14,37	11,83	8,23	7,29	163,87



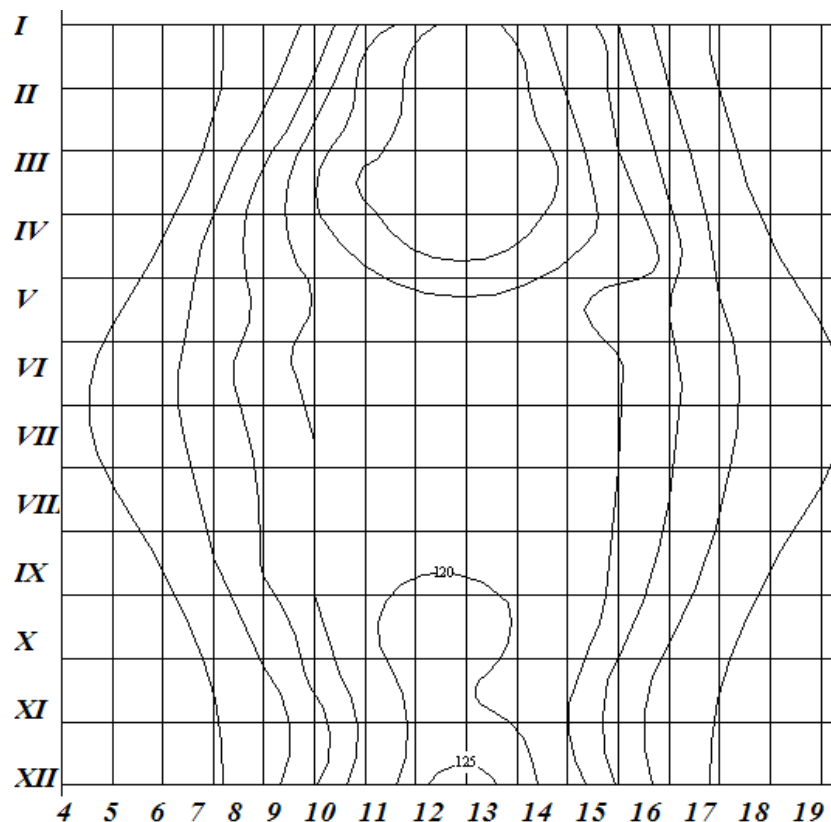
3.3-сурет-Тікелей күн радиациясының горизонталь бетке қатынасының мүмкін болатын аймақ қосындысы ккал/см²

Перпендикуляр және көлбеу беттерге көрсетілген пунктерде барлық айлар үшін тәуліктік радиация жүрісін анықтап, радиацияның изоплеттерін құруға болады. Тура күн радиациясының перпендикуляр бетке изоплеттері Түркістан (Ашхабад), Қаратау (Хейрабад), Отырар(Байрам-Али) және Шымкент (Қушка) үшін 1,2,3,4,5,6,7,8 фигураларында көрсетілген.

Сондай-ақ, қалған үш пункт үшін радиацияның тәуліктік жүрісі жуықталған кадастр әдісімен атмосфераның мөлдірлік коэффициентінің орташа айлық мәні бойынша анықталғандықтан, осының слдарынан ол тал түске қатысты симметриялық сипатқа ие болады, демек, радиацияның изоплеттері тал түстік ординатқа қатысты симметриялы болады [3,4].

Жазғы кезеңде тал түске қатысты перпендикуляр бетке радиация изоплетінің белгілі бір қысылуы және қысқы көктемгі кезеңдегі радиация ағынының максимум тығыздығының болуы, осы уақыттағы ауаның артық шаңдануы және ылғалдығына байланысты, жазды күні атмосфераның жалпы қарауытуының салдары орын алады.

Ал көлбеу бетке қатысты радиацияның изоплеттері сызықтары бұл жағдайда бір қалыптылау болады және жазғы күн шақыраю кезеңінде бір максимум құрайды, себебі көлбеу бетке радиация шамасы үшін күннің көкжиектен биіктігі шешуші әсер етеді қосымшаларында қарастырылып отырған төрт пункттегі әр ай үшін күн сағаттары бойынша перпендикуляр бетке тура радиацияның ағынының тығыздығының шамалары келтірілген. Осы деректер бойынша радиацияның изоплеттері салынды (3.4 сурет).



3.4-сурет-Түркістан (Ашхабад) аймағы үшін тікелей күн радиациясының перпендикуляр жазықтығына қатынасының изоплеті

3.1 және 3.3 кестелерде келтірілген радиация қосындыларының мәндері “мүмкін болатын қосындылар” деп аталатындар болып табылады, себебі олар жылдың барлық бойындағы ашық ауа райы жағдайында ғана кездеседі.

Шынайы немесе оларды радиацияның нақты қосындылары деп атайтынды анықтау үшін, тура күн радиациясының елеулі санын ұстап қалатын бұлттылықтың әсерін ескеру қажет [3,10].

Тура күн радиациясы түсуіне бұлттылықтың әсерін есепке алу үшін, радиацияның күндік және айлық қосындысының қатысында, осы жағдайда күннің бұлттармен жабылған уақыт ұзақтығына сәйкесті қатысында азайту жеткіліксіз, атап айтқанда, күннің қай уақытында тура радиацияның бұлтпен бөгетілгенін білу өте маңызды, себебі күн радиациясының ағынының тығыздығы бір күн ішінде тұрақты болмайды.

Бұл деректер осы жұмыстағы әдістемеге сәйкес өңделген гелиограф көмегі арқылы күн жарқырауының ұзақтығын бақылау материалдарынан алынды. Себебі гелиограф бойынша күн жарқырауының ұзақтығын бақылаудың айтарлықтай үлкен қатарлары өңделді [3,4], осы себепті алынған деректер тұрақты орта шамаларды көрсетеді деуге болады. Мысалы, Түркістан (Ашхабад) бойынша гелиограф пен бақылаудың 21 жылдық материалдары, Қаратау(Хейрабад) бойынша 13 жылдық материалдар, Шымкент (Кушка) бойынша 8 жылдық материалдар пайдаланылды. Отырар (Байрам-Алиде) бұл бақылаулар жүргізілмегендіктен, оған жақын гелиографы бар Молотан

метостанцияның деректері пайдаланылды. Отырар (Байрам-Алиден) 40 шақырым қашықтықта тұратын бұл станциядан 14 жылдық материалдар деректері алынды.

Осы кестелерден және диаграммалардан перпендикуляр және көлбеу бетке күн энергиясының ең үлкен саны Қаратауда (Хейрабадта) түсетіні көрінеді. Бұл жағдай Қаратаудағы (Хейрабадтағы) биік таулы жердегі радиацияның ағынының жоғары жағдайымен түсіндіріледі.

Күн жылуының ең аз саны Түркістанға (Ашхабадқа) келеді, Қаратаумен(Хейрабадпен) салыстырғанда, көлбеу бетке түсетін радиация 24% ке аз, себебі Түркістанда (Ашхабадта), басқа пунктерге қарағанда, күн радиациясының ағынының тығыздығы төмен және күн радиациясының азаюына бұлттылық үлкен әсер етеді.

Отырар (Байрам-Али) мен Шымкентке (Кушкаға) келіп түсетін радиацияның саны бойынша Қаратау (Хейрабад) және Түркістан (Ашхабад) арасындағы аралық орынға ие болады. Бұл пунктерде күннің түсетін жылуының саны жобамен біркелкі. Шымкентте (Кушкада), Отырарға (Байрам-Алиге) қарағанда, көлбеу бетке түсетін радиация сәл үлкендеу (3,5%), себебі Шымкент (Кушка) оңтүстікке қарай орналасқан.

Бұлттылық әсері тұрғысында Отырар (Байрам-Али) және Шымкент (Кушка) пунктерінде оның радиация санын азайту әсері аз дәрежеде. Көлбеу бетке радиацияның жыл ішіндегі орташа нақты қосындылары мүмкіндігінен келесілерге сәйкесті болады: 80,26% және 79,65% болады.

Бұл дерек осы пункттерде жыл ішінде келіп түсетін радиацияның тек 20% ке жуық санын ғана бөгейтінін көрсетеді. Аталған 4 пункте де жазғы айларда бұлттылық саны өте төмен. Бұл уақытта радиацияның нақты қосындылары мүмкін болатынның айтарлықтай жоғары пайызын құрайды.

Мысалы, Шымкентте (Кушкада) көлбеу бет үшін шілде айында радиацияның айлық нақты қосындысы мүмкін болатынның 98,58% , Отырарда (Байрам-Алиде) – 97,06%, Түркістанда(Ашхабадта) тамыз айында радиацияның нақты қосындысы мүмкін болатынның 94,31% -ін, ал Қаратауда(Хейрабадта) 92,82% құрайды.

Қарастырылатын барлық пункттер үшін, бұлттану бұл пункттерде көктемгі кезеңде күзгіге қарағанда, айтарлықтай елеулі болады, осының салдарынан күзгі айларда радиацияның нақты қосындылары пайызы мүмкін болатыннан үлкен болады, бұл жағдай әсіресе күннің бір мәндерімен көктемгі айларына сәйкес келеді.

Тура күн радиациясының түсуі туралы алынған деректер қарастырылатын пункттердің актинометриялық толық сипатын бермейді. Мысалы, күн энергиясын практикалық пайдалану тұрғысында шашыранды радиацияның түсуі туралы деректер елеулі қызығушылық тудырады, себебі “ыстық жәшік” деп аталатын тип бойынша салынған күн қондырғыларының жұмысы үшін радиацияның осы түрінің маңызы аз емес [3].

Бірақ осы пункттерде, Түркістанды (Ашхабадты) қоспағанда, шашыранды радиация бақылаулары жүргізілген жоқ, ал Түркістанда (Ашхабадта) мұндай

бақылаулар күні бүгінге дейін жүргізіледі, осыған байланысты радиацияның осы түрін есептеу және анықтау мүмкіндігі болған жоқ.

Сонымен қатар, алынған нәтижелер абсалютті дәлдікке таласпайды, себебі осы жұмыста пайдаланылған актинометриялық бақылаулардың бірқатары тек аз жылдар саны үшін алынған және көп жылдық бақылау болып табылмайды.

Осыған байланысты біз есептеген радиацияның айлық және жылдық қосындыларының орташа мәндері жекелеген жылдарда қандай ауытқуларға келтіретіні қызықты болып табылады.

Жоғарыда аталған Ярославцев жұмысы [5], сондай-ақ Арутюновтың қызықты жұмысы [2] Түркістан (Ашхабад) үшін осындай салыстыру жасауға мүмкіндік береді. Осы екі жұмыста да радиация қосындылары бір жылдық бақылау циклі негізінде анықталды

Төменде 3.4 кестесі ұсынылған, онда перпендикуляр бетке тура күн радиациясының айлық қосындылары Ярославцев, Арутюнов және біздің деректер бойынша келтірілген.

Кестеде жекелеген жылдары радиациялық қосындының ауытқуы айтарлықтай елеулі болатыны көрінеді. Мысалы, Түркістан аймағында (Ашхабадта) перпендикуляр бетке күн энергиясы сәулесі түсуінің 8 жылғы бақылауларының орташа мәніне қарағанда, 34% ке кем болды. Керісінше, радиацияның түсуі орта мәннен 10% жоғары болды.

3.4-кесте-Түркістан аймағындағы (Ашхабад) перпендикуляр бетке тура күн радиациясының айлық қосындылары, ккал/см²

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ярославцев деректері бойынша	2,24	5,43	4,22	3,96	10,69	16,21	12,84
Арутюнов деректері бойынша	7,37	9,19	12,16	18,16	21,94	24,15	23,68
Біздің деректер бойынша	7,29	8,15	11,10	13,76	16,66	20,24	21,87
	VIII	IX	X	XI	XII	Жыл	
Ярославцев деректері бойынша	9,22	13,88	11,55	5,00	6,20	111,54	
Арутюнов деректері бойынша	21,52	18,11	15,55	9,04	5,76	186,60	
Біздің деректер бойынша	21,43	17,84	14,22	9,53	7,68	167,77	

3.1 Фотоэлектрлік стансаның сыртқы бетіне түсетін күн энергиясының есептік алгоритімі

Өндірістік фотоэлектрлік стансаның сырқы (ФЭС) құрылымының геометриясы тұрақты немесе айналмалы жазық бет болып келеді. ФЭС бетіне келіп түсетін күн сәулесінің энергиясы күні бойы өзгермелі шама, себебі ол күннің аспан әлеміндегі қозғалу динамикасына тәуелді.

Сондықтан ФЭС бетіне түсетін күн энергиясының шамасын анықтау үшін есептік жұмыстың алгоритмін құру жолын қарастырамыз.

Жазық бетке күн радиацияның күндізгі келулерінің орташа айлық мәндері көптеген географиялық пункттер үшін белгілі, бірақ бұндай мәліметтер көлденең беттер үшін жоқ. Оңтүстік бағытта бағдарланған көлбеу бетке күндік радиацияның әрбір айдың күндізгі келулері үшін арналған орташаларды есептеу әдісін Лю және Джордан өндеген.

Есептік және эксперименталды мәліметтерді салыстыру нәтижесінде Клейн оңтүстік –шығыс немесе оңтүстік – батыс бағытында бағдарланатын көлбеу беттерге радиацияның келуінің есебі үшін осы әтісті қолдануға болады деген қортынды жасады [2].

H_t көлбеу бетіне күндік радиация қосындысының орта айлық күндізгі келу келесіге тең болады:

$$H_m = R \cdot H, \quad (3.1)$$

мұндағы H -жатық бетіне қосындырадиацияның орта айлық күндізгі келу; R -қосынды радиациялардың орта айлық күндізгі келулерінің көлбеу және жатық беттерге қатынасы; R анықтау үшін, күндік радиацияның түзу, диффузиялық және шағылысулық құраушыларын білу қажет.

Диффузиялық сәулелену изотропты деп ойлап, R -келесі түрде ұсынуға болады:

$$R = \left(1 - \frac{H_d}{H}\right) * R_b + \frac{H_d}{H} \frac{1 + \cos s}{2} + \rho \frac{1 - \cos s}{2}, \quad (3.2)$$

мұндағы H_d -жатық бетке диффузиялық радиацияның ортаайлық күндізгі келу; R_b -түзу радиацияның ортаайлық келуінің көлбеу және жатық беттерге қатынасы; S -горизонтқа жинақтаушының көлбеу бұрышы; ρ -жердің шағылыстыру қабілеттілігі.

Жұмыста ρ -өзгеруі 0.2 - де 0.7 аралығында болады, ол қарлы қабаттың ұзақтығына тәуелді.

Осы теңдеудің бірінші, екінші және үшінші мүшелері сәйкесінше түзу сәулелендіру, аспанның диффузиялық сәулеленуін және жинақтаушы бетке шағылысқан сәулеленуді көрсетеді.

Диффузиялық радиацияны H_d өлшеді аз өткізетін болғандықтан, оны қосынды радиация өлшеулерінің нәтижелері бойынша анықтау қажет. Қосынды радиациядағы $\frac{H_d}{H}$ диффузиялық құраушы үлесі бұлттану $K_T = \frac{H}{H_0}$ көрсеткіштеріне тәуелді екенін зерттеулер көрсетті, мұндағы H_0 –жергілікті атмосфераның арғы шегіндегі жатық беттерге күндік радиацияның ортаайлық күндізгі келуі.

Атмосферадан тыс күндік радиация күндік тұрақтылықты қолдану арқылы геометриялық ойлаулар негізінде есептеледі:

$$\frac{H_d}{H} = 1.39 - 4.03 K_t + 5.53 K_t^2 - 3.11 K_t^3 \quad (3.3)$$

Солтүстік ендіктер үшін H_0 –мәні 3.5 кестеде келтірілген. R_b теориялық түрде Атмосфераның өткізгіштік функциясының қаблеттілігі болып табылады. Бірақ та бұл шаманы атмосферадан тыс радиация келуінің көлбеу және жатық беттерге қатнасы ретінде анықтауға болады [3].

Оңтүстікке бағдарланған беттер R_b -үшін (3.3) теңдеуінен табылады. Көптеген қателіктермен осы R_b мәнінің абсолюттік мәні 15^0 тан аспайтын азимутты беттер үшін пайдалануға болады.

Оңтүстік бағдардан үлкен ауытқулар кезінде R_b есептеу үшін Клейн ұсынған әдісті пайдалануға болады:

$$R_b = \frac{\cos(\varphi - s) \cos \delta \sin \varpi_s + \pi/180 \varpi_s \sin(\varphi - s) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s + \rho/180 \omega_s \sin \varphi \sin \delta}, \quad (3.4)$$

мұндағы ω_s - жатық беттегі күн батуының сағаттық бұрышы.

Ол келесіге тең болады:

$$\omega_s = \arccos(-tg \varphi tg \delta); \quad (3.5)$$

$$\omega_s' = \min[\omega_s; \arccos(-tg(\varphi - s)tg \delta)]; \quad (3.6)$$

δ -күн сәулесінің қисығы:

$$\delta = 23.45 \sin \left[360 \frac{284 + n}{365} \right], \quad (3.7)$$

мұндағы n - жыл күнінің реттік саны.

R шамасының есептелуін ретті өткізуді регламентациялайтын және көлбеу бетіне орташа айлық күндізгі радиацияның келуін анықтайды. Есептеудің нәтижесі 3.5 кестеде көрсетілген.

3.5 кесте Жергілікті атмосферадан тыс жатық бетке күндік радиацияның орташа айлық күндізгі келу, МДж/м²

Солтүстік ендік	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Қараша	Желтоқсан
25	3.9	8.2	3.0	7.1	9.4	0.1	9.6	7.9	4.4	9.5	4.9	2.7
30	1.1	5.7	1.3	6.5	9.6	0.7	0.1	7.6	3.1	7.3	2.1	9.7
35	8.1	3.1	9.3	5.5	9.6	1.2	0.3	7.0	1.5	4.9	9.2	6.7
40	5.1	0.3	7.2	4.3	9.3	1.4	0.3	6.2	9.7	2.3	6.3	3.6
45	2.0	7.5	4.8	2.8	8.8	1.3	0.0	5.13	7.72	9.61	3.31	0.6

ҚОРЫТЫНДЫ

Күн қайратының электрлікке тура түрлендіру бүкіл әлемдегі негізгі энергетикалық мәселелердің бірі болып табылады. Энергетика саласында әртүрлі жартылай өткізгіштік материалдар мен фотоэлектрлік түрленуді кең қолдану оның техникалық мәселесін шешуді қажет етеді.

Бұл, біріншіден, өзіндік құнға кеткен қайратқа, яғни қымбат тұратын материалдармен байланысты. Сондықтан, КЭ жасау үшін қымбат емес материалдар іздеу, өндірістің бағасын түсіру, КЭ мен ФЭБ эффективтілігін жоғарлату керек. Сонымен қатар ФЭС басқару жүйесінің тиімді жақтарын таңдау өзекті мәселенің бірі болып табылады.

Болашақта осы салада ғылыми-техникалық ізденіс жұмыстарын іске асыру тиіс.

Дипломдық жұмыста келесі мәселелер мен есептік зертеу жұмыстары шешімін тапты:

- қазіргі кезде күн энергиясын пайдаланудың негізгі теориялық және өндірістік саладағы бағыттарына сараптама жүргізілді;

- оңтүстік аймақтарда дербес тұтынушыларды фотоэлектрлік стансаның көмегімен электр энергиясымен қамтамасыз етудің жолдарын қарастырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бринкворт, Б. Дж. Солнечная энергия для человека. - М., Мир, 1996
2. Емельянов, А. Солнечная альтернатива. Экология и жизнь, 2001.
3. Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения.–М.: Энергоиздат, 2012.
4. Тарнижевский Б.В., Шмидт И.А., и др. Методика и результаты расчета выработки энергии солнечными фотоэлектрическими установками. //Известия Академии наук. Энергетика, 2011.
5. Тарнижевский Б.В., Додонов Л.Д. Энергетическая эффективность солнечных установок с комбинированным фототермодинамическим преобразованием.// Теплоэнергетика, 2012.
6. Иоффе, А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. - М.,Издательство АН СССР, 2016.
7. Тарнижевский Б.В. Оценка эффективности применения солнечного теплоснабжения. // «Теплоэнергетика», 2016.
8. Фаренбрух, А., Бьюб, Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент.М., Энергоатомиздат, 2012.
9. Иорданишвили, Е.К. Термоэлектрические источники питания. - М.,Советское радио, 2018.
10. Соминский, М.С. Солнечная электроэнергия. - М., Наука, 2005 г.
11. Охотин, А.С., Ефремов, А.А., Охотин, В.С. Термоэлектрические генераторы. - М., Атомиздат, 2011.
12. Состояние и перспективы развития мировой энергетики. Россия и современный мир, 2011.
13. Тарнижевский Б.В. Оценка эффективности применения солнечного теплоснабжения // «Теплоэнергетика» 2012.
14. Емельянов, А. Нетрадиционная энергетика. Экология и жизнь, №6, 2001.
15. Р. Гринкевич, Тенденции мировой электроэнергетики. Мировая экономика и международные отношения, 2003.

Қосымша 1

2.1 - кесте Жер шарының 42 ендігінде орналасқан елді мекені үшін күн радиациясының тығыздығы мен күн траекториясының есептеулері

Елді мекен																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17
Сағатпен берілген уақыт, t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Астрономиялық уақыт, τ	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Күннің уақыттық (сағаттық) бұрышы, Ω=15τ	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135
sin Ω	-1	-0,965	-0,866	0,707	-0,5	-0,259	0	0,258	0,5	0,707	0,866	0,965	1	0,965	0,866	0,707
cos Ω	0	0,258	0,5	0,707	0,866	0,966	1	0,965	0,866	0,707	0,5	0,258	0	-0,258	-0,5	-0,707
Елді мекенінің солт. ендігі, β	42															
Күннің иілу бұрышы, δ (жылдың орташа айындағы мәнін аламыз)	0,32															
sin β	0,669															
cos β	0,743															
sin δ	0,396															
cos δ	0,918															

кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17
Күннің көтерілу биіктігінің синусы $\sin h = \sin \beta \cdot \sin \delta + \cos \beta \cdot \cos \delta \cdot \cos \Omega$	0,26	0,44	0,60	0,74	0,85	0,92	0,94	0,92	0,85	0,74	0,60	0,44	0,26	0,09	-0,07	-0,21
Күннің көтерілу биіктігі $h = \arcsin(\sin h)$	15,3	26,2	37,3	48,3	58,8	67,5	71,3	67,5	58,8	48,3	37,3	26,2	15,3	5,1	-4,3	-12,5
Атмосфераның мөлдірлігі $C(m)$	0,32															
Күн тұрақтысы $I_0, \text{Вт/м}^2$	1353															
Күннің тікелей радиациясы $I_{пр} = I_0 \cdot \sin h / (C(m) + \sin h)$	613	784	885	947	984	1005	1011	1005	984	947	885	784	613	293	-419	-2851
Диффузиялық радиациясы $D(30) = 0,3 \cdot I_{пр}$	184	235	265	284	295	301	303	301	295	284	265	235	184	88	-125	-855
Жиынтық радиация $Q = I_{пр} + D(30)$	797	1020	1151	1231	1280	1306	1314	1306	1280	1231	1151	1020	797	382	-545	-3707
Көлбеу беттікке тікелей түсетін радиация $S(\text{көлб}) = I(\text{пр}) \cdot \cos i$	455	583	658	704	731	746	751	7469	731	704	658	583	455	218	-280	-2119

