

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ОӘЖ 620.93

Қол жазба құқығында

Калмен Нұрбек Батырұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы «Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу»

Дайындау бағыты 7М071800 – «Электротехника және электроэнергетика»

Ғылыми жетекші,
т.ғ.к, қауым профессор
Е. Хидолда

" 05 " 06 2022 ж.

Рецензент
т.ғ.к, қауым профессор
П.И. Сагитов

" 09 " 06 2022 ж.

Норма бақылаушы
А.О. Бердибеков

" 09 " 06 2022 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі, PhD, ассистент- профессор
Е.А. Сарсенбаев

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
ИАО «ҚазНТУ им.К.И.Сәтбаева»
Институт энергетика
и машиностроения
2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

7M071800 – Электротехника және электроэнергетика

БЕКІТЕМІН

Энергетика кафедрасының
меңгерушісі

PhD, ассистент- профессор

Е.А. Сарсенбаев

“ 24 ” 01 2022 ж.

Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА

Магистрант: Калмен Нұрбек Батырұлы

Тақырыбы: «Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу»

Университет Ректорының 20 жылғы «__» _____ № ____ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «__» _____ ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: Қазақстанның Күн электр станциялары

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Генерация бойынша әртүрлі КЭС деректерін жинау;

б) КЭС энергия тиімділігін анықтау бойынша зерттеулер жүргізу

в) ФЭМ және қолданыстағы СЭС жұмыс режимдерін оларды пайдалану бойынша талдау


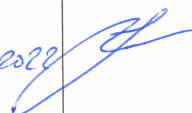
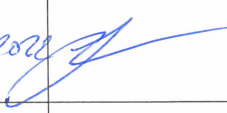

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): диссертацияның презентациялық материалында көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 23 атау

Магистрлік диссертация дайындау
КЕСТЕСІ

Жұмыстың көлемі мен қысқаша мазмұны	Орындау мерзімі
<p>1. Теориялық жұмыс</p> <ul style="list-style-type: none"> - қазіргі заманғы фотоэлектрлік модульдерді талдау; - генерация бойынша әртүрлі КЭС деректерін жинау; - ФЭМ және қолданыстағы КЭС жұмыс режимдерін оларды пайдалану бойынша талдау. <p>2. Эксперименттік жұмыс</p> <ul style="list-style-type: none"> - қолданыстағы қуаты аз КЭС-те эксперименттер жүргізу; - КЭС энергия тиімділігін анықтау, зерттеулер жүргізу; - ФЭМ және қолданыстағы КЭС жұмыс режимдерін оларды пайдалану бойынша талдау. <p>3. Диссертацияны рәсімдеу</p> <p>Диссертациялық жұмыстың қорытынды бөлімін дайындау және ресімдеу.</p>	<p>09-12.2020 ж. 09.2020-06.2021 ж.</p> <p>03-05.2021 ж. 05-09.2021 ж. 09-12.2021 ж.</p> <p>11.2021-04.2021 ж.</p>

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
1. Теориялық жұмыс	Е. Хидолда Тех.ғыл.канд., қауым профессор	01.07.2022	
2. Эксперименттік жұмыс	Е. Хидолда Тех.ғыл.канд., қауым профессор	01.05.2022	
3. Диссертацияны рәсімдеу	Е. Хидолда Тех.ғыл.канд., қауым профессор	01.06.2022	
Норма бақылау	А.О.Бердибеков магистр, сениор лектор	09.06.2022	

Ғылыми жетекші  Хидолда Е.

Тапсырманы орындауға алған магистрант  Калмен Н.Б

Күні

«24» 07 ж.

АНДАТПА

Қазіргі таңда әлемнің назары мен күші жаңғырылатын энергия көздеріне ауып жатыр. Оның негізгі себептері: бүкіл әлемдік климаттың жылуы және ауаның, қоршаған ортаның ластануы. Себебі бұлай жалғаса берсе дүниежүзілік апатқа алып келуі мүмкін. Осы орайда барша мемлекеттер жаңғыртылатын энергия көздеріне көшіп жатыр.

Қазақстанда 2009 ж. алғаш рет жаңартылатын энергия көздерін(ЖЭК) қолдау заңынан бастап, қазіргі кезге дейін көптеген жасыл энергияға негізделген ірі кәсіпорындар салынды. Атап айтқанда 2021 ж қортынды бойынша елімізде 134 объекті бар, олардың жалпы қуаты 2010 МВт. Осы жылдың соңына дейін қуаты 290,6 МВт болатын 10 объекті пайдалануға беру жоспарланып отыр. Қазақстанның ең үлкен Күн электр станциялары(КЭС): Бурное, Сарань және Нура, қуаттары 100 МВт болып табылады. Ал әлемдік ірі күн электр станцияларына келетін болсақ: Bhadla Solar Park (Үндістан) - 2500 МВт, Huanghe Hydropower Hainan Solar Park (Қытай) – 2200 МВт. Байқағанымыздай әлемде өте үлкен КЭС-лары бар. Бірақ бұл КЭС-лары дамуын тоқтатады деген сөз емес. Әлем мемлекеттері және Қазақстан өз алдына үлкен-үлкен мақсат қойып отыр. Мысалы, Қазақстан ЖЭК үлесін 2030 жылы 15% - ға дейін және 2050 жылы 50% - ға дейін жеткізу көздеп отыр. Осы орайда олардың энерготииімділіктерін арттыру негізгі мақсат болып отыр.

Бұл жұмыстың бірінші бөлігінде КЭС-сы және оның түрлері, әлемдік және Қазақстандық КЭС-ларын, олардың даму перспективалары жайында айтылды. Екінші бөлігінде еліміздің ірі КЭС-ларын талдау жасалып, көрсеткіштері бойынша графиктері тұрғызылды және бір-бірімен салыстырып және энерготииімділікке есептелді. Олар: Бурное-1, Бурное-2, Қаскелен 50 МВт-тық күн электр станциялары. Ал 3-ші бөлімінде Бурное-1 КЭС -сын толыққанды энерго және экономикалық тиімділікке зерттелді. Бурное-1 КЭС-сын 3 түрлі жағдайда қарастырдым: стационар, бір осьті және екі осьті қозғалмалы жүйе арқылы. Күнді бақылау жүйелері бар күн панельдері жыл бойына стационарлы панельдермен салыстырғанда көбірек электр энергиясын өндірді (29% және 33% жоғарылайды). Сонымен қатар бұл станциялары СО2 шығарындыларын жылына шамамен 10 мың тоннаға төмендетуі мүмкін. Алайда, бір немесе екі осьті бақылау жүйелерін пайдалану қосымша энергия шығындарын шамамен 26% және 33% артуына әкеледі. Бұл екі жүйе стационарлық панельдермен салыстырғанда экономикалық тұрғыдан бәсекеге қабілетсіз дегенді білдіреді. Алайда, егер бақылау жүйесін қарастыру қажет болса, онда бұл жұмыстың нәтижелері бір осьті күн панелдерін қолдану беру керек екенін көрсетеді, өйткені олар стационарлық жүйемен салыстырғанда электр энергиясын көбірек өндіріп парниктік газдар шығарындыларын азайтады.

Кілттік сөздер: Жаңғыртылатын энергия, күн электр станциясы, күн энергиясы, энерготииімділік, қондырылған қуатты пайдалану коэффициенті (КИУМ)

ABSTRACT

Currently, the world's attention is shifting to renewable energy sources. Its main causes are: global climate warming and air and environmental pollution. Because it could lead to a global catastrophe. In this regard, all States are switching to renewable energy sources. The dominant role in them is played by the transformation of the energy of water, sun and wind.

The law on support of renewable energy sources (RES) was first published in Kazakhstan in 2009. since then, many large enterprises based on green energy have been built. By the end of 2021, there are 134 facilities in the country, the total capacity of which is 2010 MW. By the end of this year, it is planned to put into operation 10 facilities with a capacity of 290.6 MW. The largest SPP in Kazakhstan are: Burnoye, Saran and Nura, with a capacity of 100 MW. As for the world's largest solar power plants: Bhadla Solar Park (India) - 2500 MW, Huanghe Hydropower Hainan (China) - 2200 MW, Pavagada Solar Park (India) - 2050 MW. As we have noticed, there are very large SPP in the world. But this does not mean that the SPP will stop developing. The states of the world and Kazakhstan set themselves big goals. For example, Kazakhstan intends to increase the share of renewable energy to 15% in 2030 and to 50% in 2050. In this regard, the main goal is to increase their energy efficiency.

The first part of this work tells about SPP and its types, world and Kazakhstan SPP, prospects for their development. In the second part, an analysis of the country's large SPP was carried out, graphs were constructed by indicators and compared with each other and calculated for energy efficiency. These are: Stormy-1, Stormy-2, Kaskelensk solar power plants with a capacity of 50 MW. And in the 3rd part, the full-fledged energy and economic efficiency of the Burnoye-1 SPP was investigated. The Burnoye-1 KES was considered in 3 different cases: stationary, through a uniaxial and biaxial mobile system. Solar panels with solar control systems generated more electricity (29% and 33% higher) during the year compared to stationary panels. In addition, these stations can reduce CO₂ emissions by about 10 thousand tons per year. However, the use of one- or two-axis control systems leads to an increase in additional energy consumption by about 26% and 33%. This means that both systems are economically uncompetitive compared to stationary panels. However, if it is necessary to consider an observation system, the results of this work indicate that it is necessary to use uniaxial solar panels, since they generate more electricity compared to a stationary system.

Keywords: renewable energy, solar power plant, solar energy, energy efficiency, installed capacity utilization factor (CIUM)

АННОТАЦИЯ

В настоящее время внимание мира переключается на возобновляемые источники энергии. Его основными причинами являются: глобальное потепление климата и загрязнение воздуха, окружающей среды. Потому что это может привести к мировой катастрофе. В этой связи все государства переходят на возобновляемые источники энергии.

В Казахстане в 2009 г. впервые вышел закон о поддержке возобновляемых источников энергии(ВИЭ). с тех пор было построено много крупных предприятий, основанных на зеленой энергии. По итогам 2021 года в стране насчитывается 134 объекта, общая мощность которых составляет 2010 МВт. До конца текущего года планируется ввести в эксплуатацию 10 объектов мощностью 290,6 МВт. Крупнейшими СЭС Казахстана являются: Бурное, Сарань и Нура, мощностью 100 МВт. Что касается крупнейших мировых солнечных электростанций: , Bhadla Solar Park (Индия) - 2500 МВт, Huanghe Hydropower Hainan(Китай) - 2200 МВт. Как мы заметили, в мире очень большие СЭС. Но это не значит, что СЭС перестанет развиваться. Государства мира и Казахстан ставят перед собой большие цели. Например, Казахстан намерен довести долю ВИЭ до 15% в 2030 году и до 50% в 2050 году. В этой связи основной целью является повышение их энергоэффективности.

В первой части данной работы рассказано о СЭС и ее видах, мировых и казахстанских СЭС, перспективах их развития. Во второй части был проведен анализ крупных СЭС страны, построены графики по показателям и сопоставлены друг с другом и рассчитаны на энергоэффективность. Это: Бурное-1, Бурное-2, Каскеленские солнечные электростанции мощностью 50 МВт. А в 3-й части была исследована полноценная энерго-и экономическая эффективность СЭС Бурное-1. КЭС Бурное-1 рассматривал в 3-х различных случаях: стационарный, через одноосную и двухосную подвижную систему. Солнечные панели с солнечными системами контроля вырабатывали больше электроэнергии (на 29% и 33% выше) в течение года по сравнению со стационарными панелями. Кроме того, эти станции могут снизить выбросы CO₂ примерно на 10 тысяч тонн в год. Однако использование одно-или двухосных систем контроля приводит к увеличению дополнительных энергозатрат примерно на 26% и 33%. Это означает, что обе системы экономически неконкурентоспособны по сравнению со стационарными панелями. Однако, если необходимо рассмотреть систему наблюдения, то результаты этой работы свидетельствуют о том, что необходимо использовать одноосные солнечные панели, так как они вырабатывают больше электроэнергии по сравнению со стационарной системой.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, Солнечная электростанция, солнечная энергия, энергоэффективность, коэффициент использования установленной мощности (КИУМ)

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Күн электр станцияларының түрлері және құрылымы	12
1.1	Автономды күн электр станциясы (тұрақты ток, DC)	12
1.2	Автономды күн электр станциясы (айнымалы ток, AC)	13
1.3	Желілік күн электр станциясы (айнымалы ток, AC)	15
1.4	Гибридті күн электр станциясы (айнымалы ток, AC)	16
1.5	Күн электр станциясының схемасындағы дизель генераторы	18
1.6	Әлемдегі күн электр станциялары	18
1.7	Қазақстанның күн электростанциялары	23
2	Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің дамуы	24
2.1	Қазақстанның күн энергетикасын дамыту перспективалары және әлемдік үрдістер	24
2.2	Күн сәулесінің инсоляциясы	27
3	Күн электр станцияларының жұмысына анализ жасау және сыртқы факторлардың генерацияға әсері	30
3.1	Бурное 1, 2 күн электр станциясы	30
3.2	Қаскелен 50 МВт күн электр станциясы	33
3.3	КЭС-ты әр түрлі көрсеткіштері бойынша талдау жасау	33
4	Күн электр станцияларын энерготииімділігін арттыратын техникалық іс-44 шаралар	
4.1	Ең тиімді пайдалану жолын зерттеудің кезеңдері	45
5	Күн электр станциясын пайдалану бойынша техникалық шаралар	54
	Қорытынды	60
	Пайдаланылған әдебиеттер	61

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. 1850 жылдан бастап жер ғаламшарында әрбір 10 жылдық өткен 10 жылдыққа қарағанда қоршаған ортаның температурасы жоғары болып келеді. Ал қазіргі таңда бұл бүкіл әлемді уайымдатып отқан әлемдік апатқа айналды. Сонымен қатар тағы бір әлемді уайымдатып жатқан мәселе – қоршаған ортамыздың ауасының ластануы. Бұл екі проблеманы тоғыстыратын жер – парниктік газдардың шығарылымы. Парниктік газдардың шығарылымын азайту әлемде ұлт, мемлекет аралық келісімдер, көптеген іс-шаралар қолға алынып жатыр. Сондай іс-шараның бірі – толққанды жасыл энергетикаға көшу. Яңғи дәстүрлі энергия өндіру көздерінен бас тарту. Мысалы жылу электр станциясы секілді отынды жағу арқылы электр энергиясын өндіретін электр станцияларынан бас тарту. Себебі бұл станциялар парниктік газдардың бөлінуінің бірден бір себепкері. Жасыл энергетика болса жаңартылатын әрі қоршаған ортаға ондай зиянын келтірмейтін энергия көздері. Мысалы күн, су, жел деген секілді табиғи құбылыстардан алынады.

Қазіргі таңда әлемде ЖЭК кең қолданысқа түсіп келе жатыр. Мысалы Германияда 2020 ж. 52% пайыз энергия ЖЭК-нен алынған, осылайша әлемде алғаш рет ЖЭК-нің үлесі дәстүрлі энергетикадан жоғары болған. Осы жаңартылатын энергия көздерінің ішіндегі қазіргі кезде қолданыста жақсы дамып келе жатқан ол - Күн электр станциялары. Массачусетс технологиялық институтының зерттеушілерінің айтуынша, соңғы 20 жыл ішінде күн энергиясын тұтыну мен өндіру 300 есе өсті. Ал соңғы 40 жылда куннен алатын энергия құны 220 есеге арзандаған. Бұл жаңа озық технологиялар мен тиімді панельдерді әзірлеу арқылы күн энергиясының өзіндік құнын төмендету арқылы мүмкін болды. Осы себептен Қазақстанда және әлемде күн энергетикасын қарқынды дамыту қолға алынған.

Осы орайда Күн энергиясын максималды тиімді пайдалану негізге алынып отыр. Атап айтқанда: КЭС-ларын энерготииімділікке талдау, энерготииімділігін арттыратын барша техникалық іс-шараларды жасау және ең маңызды заттардың бірі – пайдалану бойынша техникалық іс-шараларды әзірлеу.

Жұмыстың мақсаты жоғарыда айтылып кеткен КЭС-ларын энерготииімділікке талдау, энергия өндіруін арттыратын техникалық іс шараларды жасау (бір осьті және екі осьті трекер қойып энергия өндіруі қаншалықты артатынын анықтау, сонымен қатар оның қаншалықты тиімді екенін анықтау) және пайдалану бойынша техникалық іс шараларды әзірлеу.

Жұмыстың міндеті. Қазақстандағы ірі-орта болып саналатын Бурное-1, 2 және Қаскелен күн электр станцияларының жұмысына анализ жасау. Кәсіпорындардың жұмыс тиімділігінің анықтау, бір-бірімен салыстыру, ең жақсы жұмыс істеп тұрғанын анықтау. Бурное-1 КЭС-сы жағдайында стационарлы, бір осьті және осты күн панельдерінің бір-бірінен нақты қанша пайызға артық энергия өндіретінін анықтау.

Алынған нәтижелер. *Бурное-1.* Ең көп қуат өндірілген ай: 2017-де шілде (10 003 544 кВт/сағ), 2018-де шілде (9 834 807кВт/сағ), 2019-да мамыр айы (9 759 194 кВт/сағ).

Бурное-2. Екі жылдықта ең көп энергия өндірген айы шілде айы (9 880 732 кВт/сағ).

Қаскелен 50 МВт. Ең қуат көп өндірілген ай (шілде) – 8 494 778 кВт/сағ.

Электр энергетикасы кәсіпорындарының жұмыс тиімділігі бойынша Бурное-1 бойынша – 18,15%, Бурное-2 бойынша –17,75%, ал Қаскеленде 17,2%.

Зерттеу бойынша стационарлы кезге қарағанда бір осьті КПП-і 29% жоғары энергия өндірсе екі осьті 33% пайызға жоғары энергия өндіреді. Бірақ бұл жүйелер қосымша 25% және 33% шығынға алып келеді. Бұл жүйелер экономикалық жағынан тиімсіз болып келеді. Бірақ, егер бізге көп энергия өндіру керек болса немесе парниктік газдардың шығарындыларын азайту керек болса – Бір осьті қозғалатын күн панелдерін қолдану тиімді.

Ғылыми жаңалығы. Қазіргі таңда күн энергетикасында негізгі талқыланып жатқан мәселе – КЭС-ларына күнді бақылау режимі бар панельдерді қойған дұрыс па әлде стационарлы панелдерді қойған дұрыс па!? Осыған орай Бұл жұмыста Бурное-1 КЭС-сын бір және екі осьті күн панельдеріне ауыстырғанда келесі көрсеткіштер қалай өзгертіні анықталады:

- Үш түрлі жүйеде өндірілетін қуаттың мөлшері;
- Негізгі шығындары және бақылау жүйелеріне арналған қосымша және пайдалану шығындарының өзгерісі;
- Өмірлік цикл шығындарын талдау
- Парниктік газдар шығарындыларын талдау

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде Қазақстан аумағындағы күн электр станцияларын пайдалануа бойынша техникалық іс шаралар әзірленді. Сол арқылы КЭС-ларының қызымет ету ұзақтығымен энерготиімділігі жоғарылайтын болады. Жамбыл облысы немесе еліміздің Оңтүстік өңіріне жаңа күн электр станциясын салатын болса оны мен жасаған зерттеуге сүйеніп өзінің КЭС салу мақсатына қарай, стационарлы, бір немесе екі осьті қылып сала алады. Және жұмыста көрсетілген ақпарат және формулалар арқылы КЭС-ларын тиімділікке талдай алу, бір-бірімен салыстыра алу мүмкіндігін береді.

1 Күн электр станцияларының түрлері және құрылымы

Күн электр станциясы – күн радиациясын электр энергиясына (тұрақты немесе ауыспалы ток) айналдыруға қызмет ететін арнайы инженерлік құрылым. Күн электр станцияларының ең көп таралған түрі – Күн радиациясының тұрақты токқа (DC) айналуын қамтамасыз ететін монокристалды немесе поликристалды типтегі жалпақ фотоэлектрлік модульдер. Қолданылатын схемаға байланысты тұрақты ток айнымалы токқа (айнымалы токқа) айналуы немесе батареяларды зарядтау үшін тұрақтануы мүмкін.

Төменде бүгінгі күні кеңінен қолданылып жүрген және жұмыстың барынша тиімділігін қамтамасыз ететін күн электр станцияларының жұмыс қағидаттары мен схемалары егжей-тегжейлі танысамыз.

1.1 Автономды күн электр станциясы (тұрақты ток, DC)

Жұмыс принципі: күн радиациясы күн панельдерінің көмегімен тұрақты электр тогына айналады (1-сурет). Ол ток күн контроллері арқылы батареяға қосылған. Электр энергиясы күн белсенді болған кезде күндізгі уақытта батареяларда сақталады, содан кейін оны кез-келген уақытта тұрақты ток тұтынушыларын қуаттандыру үшін пайдалануға болады.



1-сурет - Автономды типтегі тұрақты токты электр станциясының схемасы

PWM контроллеріне негізделген зарядтау контроллері (PWM түрі) AGM VRLA, GEL VRLA немесе FLA типті қорғасын қышқылы батареяларының зарядын қамтамасыз етеді.

BlueSolar MPPT сияқты жетілдірілген күн батареяларын басқару кезінде жоғары деңгейлі батареялардың заряды болуы мүмкін: OPzV (қорғасын-қышқылға қызмет көрсетілмейтін элементтер), OPzS (қорғасын-сурьмиялық қызмет көрсетілмейтін элементтер), NiCd (никель-кадмийге қызмет көрсетілмейтін немесе қызмет көрсетілмейтін) немесе LiFePO₄ (литий-темір-фосфат батареялары).

Мақсаты: күн электр станциясының бұл түрі автономды көше жарығын ұйымдастыру немесе тұрақты токтың кез келген басқа тұтынушыларын электрмен қамтамасыз ету қажет болған жағдайларда орнатылады: күзет жүйелері, тұрақты токтың жедел тізбектері, телекоммуникациялық қондырғылар (радиобайланыс, спутниктік байланыс, интернет және т.б.).

Жұмыс тиімділігі: өте жоғары, 97-98%

Құрамдас бөліктер: күн панельдері, зарядтау контроллері, батарея.

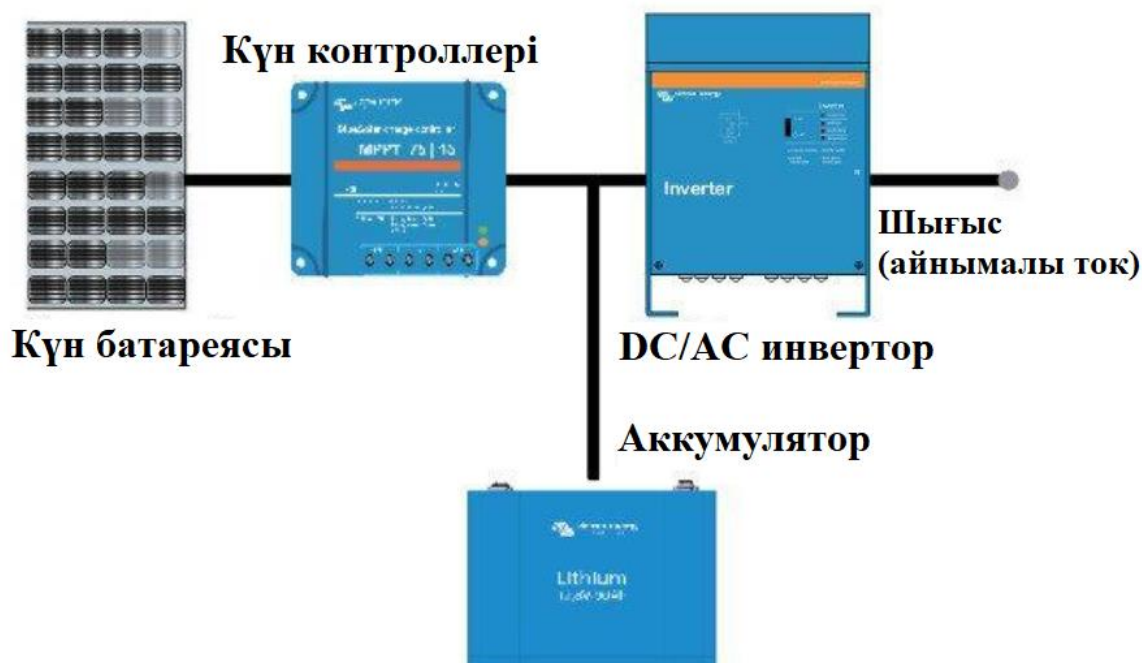
"Жасыл" тариф жағдайында жұмыс істеу: мүмкін емес.

1.2 Автономды күн электр станциясы (Айнымалы ток, АС)

Жұмыс принципі: күн батареялары MPPT контроллеріне күн белсенді түскен кезеңінде тұрақты ток өндіреді(2, 3-сурет). Контроллері батареяларды зарядтау үшін тұрақты токты түзетеді (тұрақтандырады) және энергияны әр түрлі жоғары типтегі сапалы әрі көп сатылы батареяларға береді: AGM, GEL, OPzS, OPzV, NiCd немесе жоғары технологиялық литий батареялары (Li-ion). Батарея толығымен зарядталған кезде, артық электр энергиясы DC/AC кернеу инверторының кірісіне түседі, оның шығысына айнымалы ток (АС) тұтынушылары қосылады.

Күн белсенділігі болмаған кезде (кеш, түн және таңертең) айнымалы ток тұтынушылары үшін электр қуаты батареялардан (DC) алынады және кернеу инверторы арқылы айнымалы (айнымалы) түрлендіріледі.

Инверторлардың заманауи функциялары күн электр станциясының жұмыс схемасын өте икемді түрде реттеуге мүмкіндік береді, әсіресе жеке үйлер мен коттеждер үшін қажет.



2-сурет - Автономды типтегі айнымалы токты электр станциясының схемасы



3-сурет - Автономды типтегі айнымалы токты желілік электр станциясының схемасы

Режим I. автономды электрмен жабдықтау. Бұл схеманы желіде айнымалы ток болмаған кезде қолдануға болады. Аккумуляторларда күндізгі уақытта жинақталған барлық электр энергиясы кешкі және түнгі уақытта айнымалы ток тұтынушыларын қоректендіру үшін пайдаланылады. Күн панельдерінің (PV-массив) қуатын дұрыс есептеу және батареялардың жеткілікті энергия сыйымдылығы объектінің толық дербестігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Режим II. Аралас электрмен жабдықтау. Электр станцияларының бұл түрі үйді электрмен жабдықтауды тоқтатпау үшін батареяларды зарядтау кезінде қолданылатын айнымалы ток желісін қажет етеді. Бұл түрдің артықшылығы – күн батареяларының көп массивтерін және батарея блоктарын орнатудың қажеті жоқ, өйткені әрқашан желіден электр энергиясының жетіспеушілігін алуға болады.

Режим III. Резервтік электрмен жабдықтау. Бұл жағдайда күн электр станциясының схемасы Инверторды аккумулятор әрқашан 100% зарядталатындай етіп орнатуды қамтиды. Өндірілген күн энергиясының аз ғана мөлшері батареялардың толық зарядын ұстап тұруға жұмсалады, қалған көлемі ауыспалы токқа айналады және белсенді тұтынушыларды қоректендіру үшін пайдаланылады, артығы "жасыл" тариф шарттарына сәйкес желіге беріледі.

Мақсаты: жоғарыда сипатталған күн электр станцияларының түрлері жеке үйлер мен коттеждер үшін сұранысқа ие, себебі кейбірлерінде желі мүлдем жоқ немесе желі сапасы төмен болады. Сондай-ақ, бұл схемалар коммерциялық мақсатта жиі қолданылады: шағын өндіріс орындары, телекоммуникация жүйелері және кез-келген басқа салалар, мұнда жоғалған электр энергиясын едәуір үнемдеу мүмкіндігімен сенімді резервтік қуат жүйесін құру қажет.

Жұмыс тиімділігі: жоғары, тікелей және инверттелген режимдерде 90-93% дейін.

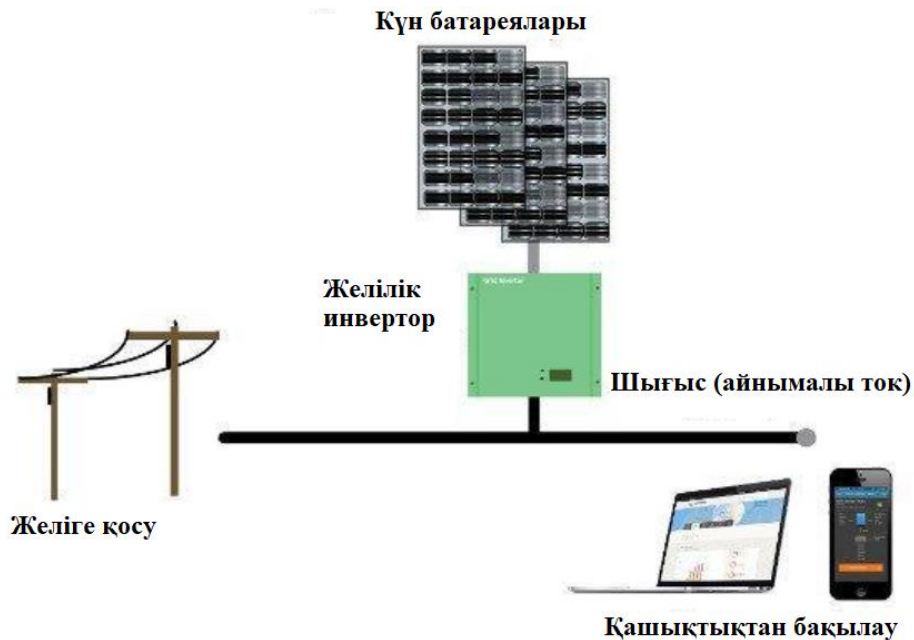
Құрамдас бөліктер: күн панельдері, МРРТ контроллері, батарея, гибриді инвертор, сирек – дизель генераторы.

"Жасыл" тариф жағдайында жұмыс істеу: қолдау көрсетіледі.

1.3 Желілік күн электр станциясы (айнымалы ток, АС)

Жұмыс принципі: күн батареялары шығаратын тұрақты ток (DC) күн инверторының кірісіне түседі, ол айнымалы токқа (DC/AC) түрлендіреді (4-сурет). Күн инверторынан шығу айнымалы ток желісіне және электр энергиясын тұтынушыларға қосылған.

Бұл схема қарапайымдылығымен ерекшеленеді, бірақ дизайн бірнеше ерекшеліктерге ие. Сонымен, бұл семалы электр станция айнымалы ток электр желісі қол жетімді болған кезде ғана жұмыс істейді, сонымен қатар желідегі кернеу инвертордың жұмыс диапазонында болуы керек.



4-сурет - Айнымалы токты күн электр станциясының желілік схемасы

Мақсаты: бұл түрі "жасыл" тарифтің шарттары қолайлы жерлерде үйлер, коттеждер үшін қоланылады. Себебі күндіз өндірілген, бірақ артық болған энергияны желіге береді. Кешкі және түнгі уақытта, тұтынушылардың негізгі бөлігі үйде жұмыс істеген кезде, энергия желіден келеді. Осылайша, күн электр станциясының бұл түрі электр энергиясын төлеу шығындарын едәуір үнемдеуге мүмкіндік береді, ал егер жеткілікті күн батареялары орнатылған болса, үй шаруашылығы айдың қорытындысы бойынша өндірілген және жұмсалған электр энергиясының оң айырмасы үшін пайда алатын болады.

Жұмыс тиімділігі: өте жоғары, 97% дейін.

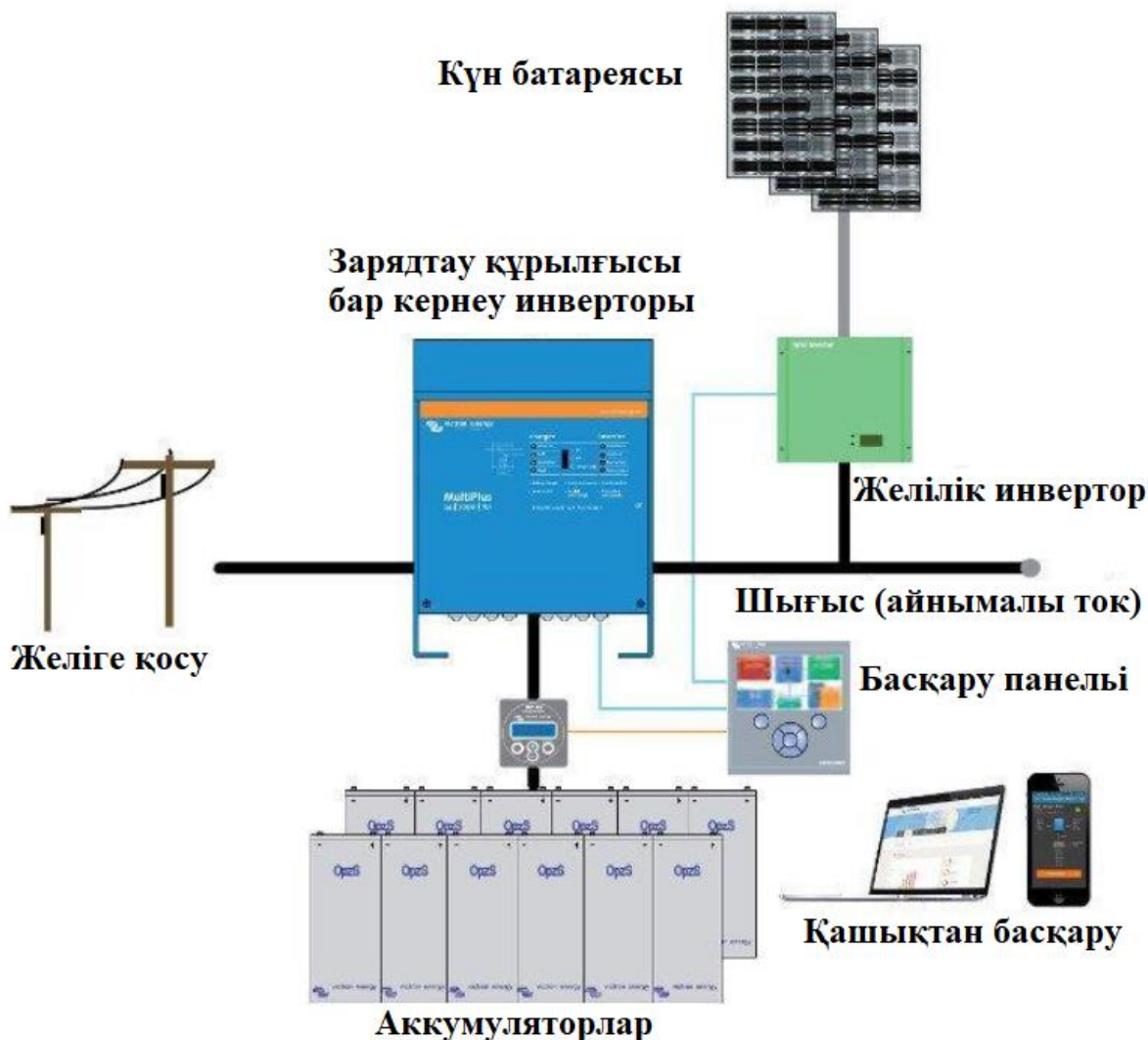
Құрамдас бөліктер: күн панельдері, күн PV инверторы.

"Жасыл" тариф жағдайында жұмыс істеу: қолдау табады.

1.4 Гибридті күн электр станциясы (айнымалы ток, AC)

Жұмыс принципі: күн батареялары (DC) желілік күн инверторына (DC/AC) қосылған(5-сурет). Айнымалы ток желісі гибридті инвертордың кірісіне (DC/AC) қосылады және гибридті инверторға аккумуляторлық батареялар қосылады. Желілік күн инверторы мен гибридті инвертордың шығысы коммутатор арқылы біріктіріліп, айнымалы ток тұтынушыларын электрмен қамтамасыз етеді.

Күн электр станциясының осы түріндегі зарядтағышпен гибриді Инверторды қолдану бірқатар сөзсіз артықшылықтарды ұсынады: электр станциясы айналымы ток желісінде кернеу болмаған кезде де, тұрақсыз желі жағдайында да жұмыс істейді. Пайдаланушыға бірнеше жұмыс режимі қол жетімді, олар икемді түрде және жыл мезгіліне сәйкес реттелуі мүмкін.



5-сурет - Айнымалы тоқты гибриді желілік электр станциясының схемасы

Режим I. Автономды электр станциясы. Генерацияланған электр қуаты батареяларда жиналады: желілік инвертор батареяларды зарядтайтын гибриді инвертордың шығысына ауыспалы кернеуді береді. Артығын тұтынушылар пайдаланады немесе айналымы ток желісіне "жасыл" тариф шарттары бойынша беріледі. Кешкі және түнгі уақытта электрмен қоректендіру аккумуляторлардан гибриді инвертормен қамтамасыз етіледі.

Автономды электрмен жабдықтау үшін күн батареяларының жеткілікті қуатын орнату қажет, сондықтан өндірілген электр қуаты батареялардың

жеткілікті қуатына жетеді және олардың сыйымдылығы тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткілікті.

Режим II. Аралас электрмен жабдықтау. Бұл жағдайда батареялардың аз немесе толық разрядына рұқсат етіледі, содан кейін қуат айнымалы ток желісіне ауысады. Күн инверторы кез-келген жағдайда жұмысын жалғастырады және жүйенің қуатын толықтырады, сондай-ақ батареяларды зарядтауды жалғастырады. Артығы желіге "жасыл" тариф шарттары бойынша беріледі.

III Режим. Резервтік электрмен жабдықтау. Бұл жағдайда схема аккумуляторлар тек электр желісі болмаған кезде (апат, жоспарлы өшіру, желдеткішті өшіру және т.б.) іске қосылатындай етіп конфигурацияланған. Күн инверторы электр энергиясын өндіреді және тұтынушыларды қамтамасыз етеді, артық мөлшерін желіге "жасыл" тариф шарттары бойынша беріледі.

Мақсаты: мұндай электр станциялары үйлерге, коттедждерге, кеңселерге, қонақ үйлерге, қонақ үйлерге, демалыс орталықтарына және т.б. сұранысқа ие, мұнда кепілдендірілген электрмен жабдықтау жүйесін құрады, сондай-ақ жалпы электрмен жабдықтау желісінен толығымен бас тартуға немесе тәуелділікті азайтуға мүмкіндік береді.

Жұмыс тиімділігі: өте жоғары, 97% дейін.

Құрамдас бөліктер: күн панельдері, күн PV инверторы, гибриді инвертор, батарея, сирек-дизель генераторы.

"Жасыл" тариф жағдайында жұмыс істеу: қолдау көрсетіледі.

1.5 Күн электр станциясының схемасындағы дизель генераторы

Дизель генераторы резервтік немесе автономды электрмен жабдықтаудың маңызды элементі болып табылады. Біріншіден, дизель генераторы қосымша жанармай ыдысы болған кезде өте ұзақ резервтік қуат береді. Екіншіден, генератор электр қуатының үлкен қажеттіліктерін қанағаттандыра алады. Үшіншіден, заманауи жүйелер генераторды интеллектуалды басқаруды қамтамасыз етеді. Quattro сияқты инверторлар екі айнымалы кірісті қолдайды және аккумуляторлар пайдаланушы анықтаған деңгейге жеткенде генераторды өздігінен басқара алады. Бұл мүмкіндік батареялардың терең разрядынан аулақ болуға, сондай-ақ электрмен жабдықтауды толығымен өшіру мүмкіндігін болдырмауға мүмкіндік береді.

1.6 Әлемдегі күн электр станциялары.

Әлемдегі ең үлкен фотоэлектрлік электр станциялары тізімін 1-кестеде көруге болады. 5-ші суретте КЭС-сы көрсетілген. Күн энергетикасы секторы-әлемдегі ең жылдам өсіп келе жатқан салалардың бірі, сондықтан қазіргі уақытта

күн электр станцияларының қайсысы әлемдегі ең ірі болып табылады деген сұраққа нақты жауап беру мүмкін емес.



6-сурет - Күн электр станциясы

Бүкіл әлемде "Әлемдегі ең ірі фотоэлектрлік электр станциясы" атағы үшін күресіп жаңа күн электр станциялары үнемі салынуда. Бәсекелес елдерге Қытай, Үндістан, АҚШ және Австралия кіреді. Египет пен Біріккен Араб Әмірліктері де байқауға қатысады.

Әлемдегі ең үлкен күн электр станцияларын өз бетіңізше табуға тырысқанда, сіз әр түрлі көздерден әртүрлі жауаптар алуыңыз мүмкін.

Әлемнің түкпір-түкпірінен ақпарат өте шатастырады. Аталған барлық мемлекеттер осы біріншілікпен мақтанғысы келеді, сондықтан олар мөлшері мен қуаты бойынша бір-бірімен бәсекелеседі.

Сондықтан күн электр станцияларының қайсысы ең үлкен деген сұраққа жауап беру өте қиын, бірақ мен ең жаңа ақпаратты жинадым және әлемдегі ең ірі жеті электр станциясы туралы айтып өтемін.

1-кесте - Әлемденің ең үлкен күн электр станциялары.[5]

Мемлекет	Электр станциясының атауы	Қуаты	Алып жатқан алаңы	Құрылыс жылы
Үндістан	Солнечный парк Бхадла (Bhadla Solar Park, 7-сурет)	2500 МВт	57 км ²	2020 ж.
Қытай	Huanghe Hydropower Hainan Solar Park	2200 МВт	6 км ²	2020 ж.
Үндістан	Павагада солнечный парк (Pavagada Solar Park)	2050 МВт	53 км ²	2019 ж.
Египет	Benban Solar Park	1650 МВт	37 км ²	2019 ж.

1-кесте жалғасы

Мемлекет	Электр станциясының атауы	Қуаты	Алып жатқан алаңы	Құрылыс жылы
Қытай	Солнечный парк в пустыне Тенгер (Tengger Desert Solar Park 10-сурет)	1547 МВт	43 км ²	2016 ж.
Біріккен Араб Әмірліктері	Нур Абу-Даби (Noor Abu Dhabi)	1177 МВт	8 км ²	2019 ж.
Үндістан	Kurnool Ultra Mega Solar Park	1000 МВт	24 км ²	2017 ж.



7-сурет - Bhadla Solar Park

Үндістандағы бхадла күн паркі (*Bhadla Solar Park 7-сурет*). Қолда бар ақпаратқа сәйкес, Үндістандағы Bhadla Solar Park 2500 МВт қазіргі уақытта әлемдегі ең ірі күн электр станциясы болып табылады. Бұл электр станциясы орналасқан аймақ кез-келген өмірге өте қолайлы емес орын ретінде белгіленген.

Мұндағы Температура 52 градусқа жетуі мүмкін. Сонымен қатар, бұл жер жиі құмды дауылдармен танымал. Бірінші елді мекен электр станциясынан 50 км қашықтықта орналасқан және шағын Бап ауылы болып табылады.

Қытайдағы *Huanghe Hydropower Hainan Solar Park (8-сурет)* (2200 МВт) – әлемдегі екінші ірі күн электр станциясы. Ол бұл атауды 2020 жылдың қыркүйегінде, оның құрылысы аяқталған кезде алды.

Бұл Қытайдың Tengger Desert Park электр станциясын екінші орынға ауыстырды, өйткені ол осы уақытқа дейін Қытайда көшбасшы болды. Электр станциясын қытайлық Sungrow компаниясы басқарады.



8-сурет - Huanghe Hydropower Hainan Solar Park

Pavagada Solar Park (9-сурет). Әлемдегі ең үлкен фотоэлектрлік электр станциясының конкурсында үшінші орын Үндістанда. Павагада күн паркі Павагада талук аймағында орналасқан. Ол жерде адамдар өте аз қоныстанған. Мұнда ауыл шаруашылығымен өмір сүретін бірнеше ғана адам тұрады.



9-сурет - Pavagada Solar Park

Әлемдік КЭС- на байланысты деректер:

- Қытайдағы ең ірі күн электр станциясының құрылысы 2 триллион АҚШ долларынан асады;
- Египеттегі Benban Solar Park электр станциясы 2022 жылға қарай елдің 20% электрмен жабдықталуын қамтамасыз етуге бағытталған;

- Жеті электр станцияның үлкендігі соншалықты ғарыштан да көрінеді;
- Үндістандағы әлемдегі ең үлкен күн электр станциясының орнындағы Температура әдетте 52 градусқа жетеді;
- Австралияда салынып жатқан күн электр станциясының ауданы 20 000 футбол алаңымен теңдес



10-сурет - Тенгер шөліндегі күн паркі, ғарыштан көрініс

Небәрі ширек ғасыр ішінде Қытай Күн энергиясының жоқтығынан әлемдік көшбасшыға дейінгі жолдан өтті. Қытай әлі де қазбалы отынға тәуелді болса да, 2022 жылға қарай Қытайдың бүкіл әлемдік жаңартылатын энергиядағы үлесі әлемнің жартысына жуығын құрайды.

Біріккен Араб Әмірліктерінде орналасқан Нұр Абу-Даби (11-сурет) электр станциясы да әлемдегі ең ірі күн электр станцияларының бірі болып табылады. Қазір Абу-Дабиде өсіп келе жатқан тағы бір күн алыбы оған қосылады. Жаңа электр станциясын өткен жылдың шілде айында салу туралы шешім қабылданды. Оның қуаты шамамен 2000 МВт болуы керек.



11-сурет - Нур Абу-Даби электростанциясы

Австралияда тағы бір алып электр станциясы салынуда. Салынып жатқан тағы бір күн электр станциясы - Австралиядағы жаңа электр станциясы. Егер оның құрылысы сәтті болса, ол әлемдік көшбасшы болады. Бұл үлкен электр станциясы 120 км², 10 000 МВт қуаттылыққа ие болады деп болжанады.

Осы электр станциясынан алынған Энергия су асты кабелі арқылы Сингапурға тасымалдануы тиіс. Ол миллионға дейін адамды электрмен қамтамасыз етеді. Кабельдің ұзындығы 4500 км болуы керек.

Электр станциясының құрылысы 2023 жылы, ал пайдалану 2026 жылы басталуы керек.

1.7 Қазақстанның ірі күн электростанциялары

Қазақстандағы күн электр станциялары 2020 жылғы қазан айының 1-і күнгі есеп бойынша КЭС-нан өндірілетін қуат мөлшері жылына - 839 МВт құрайды (2-кесте).

2-кесте - ҚР-дағы ірі күн электр станциялары[8]

Аталуы	Менші иесі	Қондырылған қуаты, МВт	Облыс
КЭС Бурное	Samruk Kazyna - United Green	100	Жамбыл облысы
КЭС Сарань	ТОО «SPP Saran»	100	Қарағанды облысы
КЭС Нура	-	100	Ақмола облысы
КЭС Қаскелен	-	50	Алматы облысы

2 Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің дамуы.

ЖЭК қолдау туралы Заң алғаш рет 2009 жылы шықты, алайда 2013 жылдан бастап 2017 жылға дейін болған осы Заңның одан әрі пысықталуы ғана Қазақстанда ЖЭК-тің дамуына шын мәнінде елеулі серпін берді

2013 ж. жаңартылатын энергия көздерін дамытуға мақсат қойылып, содан жаңартылатын энергия көздерінің энергия мөлшерін ұлғайту ж/е парникті газдар шығарындыларын азайту көздеолді. "Жасыл экономикаға" тұжырымдамада жаңғыртылатын энергияның көлемі 2020 жылы 3%, 2030 жылы 15%, 2050 жылы 50% - ға дейін жеткізу тағайындалды.

Республикамызда қазір қуаты 2010 МВт (ЖЭС – 684 МВт; КЭС – 1038 МВт; СЭС – 280 МВт; БиоЭС – 8 МВт). Жаңартылатын энергия көздері жұмыс істеп тұрған 134 объекті бар.

2021 жылдық көрсеткіш бойынша(қортынды) жасыл электр энергиясын өндіру шамамен 4.2 млрд.кВтс құрады.

- 2014 жылы - жиынтық белгіленген қуаты 177,52 МВт 26 объекті;
- 2015 жылы - жиынтық белгіленген қуаты 251 МВт 48 объекті;
- 2016 жылы- жиынтық белгіленген қуаты 295,7 МВт 51 объекті;
- 2017 жылы - жиынтық белгіленген қуаты 342, 8 МВт 57 объекті;
- 2018 жылы - жиынтық белгіленген қуаты 531 МВт 67 объекті;
- 2019 жылы - жиынтық белгіленген қуаты 1050,1 МВт 90 объекті;
- 2020 жылы - жалпы белгіленген қуаты 1634,7 МВт 115 объекті;
- 2021 жылы - жалпы белгіленген қуаты 2010 МВт 134 объекті;

2022 жылдың соңына дейін жалпы қуаты 290,6 МВт болатын 10 объектіні пайдалануға беру жоспарланып отыр.

2.1 Қазақстанның күн энергетикасын дамыту перспективалары және әлемдік үрдістер

Технология өте тез дамып келе жатқан қазіргі әлемде қажетті ақпаратты иеленудің маңыздылығы тек қажеттілікке ғана емес, кез-келген адам немесе қоғам (мемлекет) үшін маңызды элемент болып табылады. Нақты және уақтылы ақпараттың арқасында – адам, кәсіпорын немесе мемлекет дұрыс нәтижеге әкелетін дұрыс шешімдер қабылдай алады.

Бүгінде көптеген елдерде күн энергиясы Атом, көмір, газ және мұнай электр станциялары өндіретін дәстүрліден әлдеқайда арзан болғанын көріп отырмыз. Сондай-ақ, көптеген мамандар дәстүрлі ЖЭС, ЖЭО және АЭС-тен 1 кВт*сағ құнын әрдайым дұрыс есептей бермейді, өйткені олар негізгі қорларды жаңартуды немесе экологиялық салдарды есептемейді. Шынында да, "таза ауамен тыныс алу қанша тұрады?"және Чернобыль мен Фукусимадағы апаттардың салдарын бағалау қиын.

Әдетте, кез-келген мүмкіндіктер терезесі көптеген факторлардың сәйкес келуі арқылы жасалады. Бүгінгі таңда кез-келген мемлекет қандай-да бір жолмен экономикадағы, технологиялардағы және қоршаған ортадағы жаһандық әлемдік процестерге қатысады. Мысалы, егер 90-шы жылдары ұялы байланыс технологиялары сымды телефондардан ұялы телефондарға ауысуға мүмкіндік берсе, ал баспа машиналарын принтерлер мен компьютерлер алмастырса, онда Қазақстанда бұл басқа елдерге қарағанда бірнеше жылдан кейін ғана орын алды. Егер халықаралық сауда, банк қызметтері, электр қауіпсіздігі немесе әуе рейстерін ұйымдастырудың жалпы ережелері болса, онда Қазақстан оларды да қабылдады. Біз жалпы әлемдік үрдістерге тартылмаған елдер техникалық жағынан артта қалып, кедей, бәсекеге қабілетсіз болып қалатынын білеміз.

Қазақстанның баламалы энергетикасы бар ең дамыған елдердің бірі болу үшін барлық мүмкіндіктері мен жағдайлары бар. Бұл бизнес-жобалар оң экономикалық, әлеуметтік және экологиялық әсерлер береді. Электр энергиясы әзірше болашақтың ең қолайлы энергиясы болып саналатындықтан, Қазақстанның электр желілерін жаңғыртуға салынған инвестициялар қазіргі заманғы мемлекеттің дамуына тағы бір түрткі болады.

КЭС құнының кедергісі әлдеқашан өтіп кеткен және күн тәртібінде көптеген мемлекеттерде баламалы энергетиканы дамытудың келесі кезеңдері тұр. Энергияны сақтау (storage) және энергияны дұрыс бөлу (smart grid) сияқты.

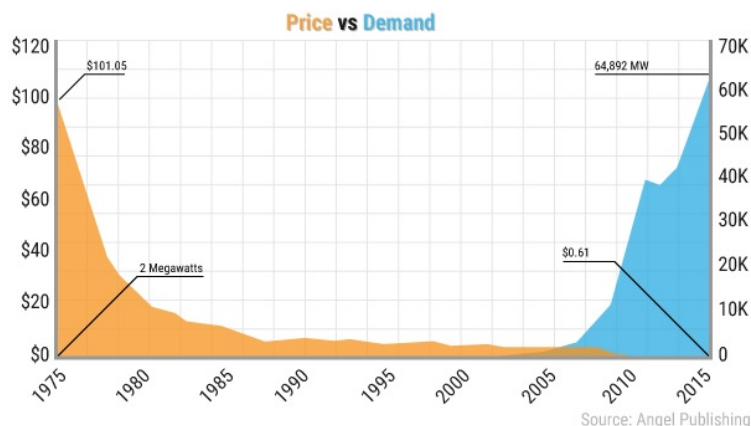
Технологиялар мен нарықтар дамитыны түсінікті, бұл жерде күмән жоқ, "нақты адам немесе мемлекет бұл жерде өз орнын уақытында түсіне ме?" Өйткені, бүгін, мысалы, ұялы телефонды, компьютерді немесе робототехниканы үнемдеуге және сатып алмауға болады, бірақ қазіргі заманғы адам немесе кәсіпорын онсыз әрі қарай қалай дамиды?

Соңғы 40 жылдағы күн панельдерінің бағасы *40 еседен астам* төмендеді! Оны 12, 13-суреттерден көре аламыз. Бұл өз кезегінде бүкіл әлемдік энергия ресурстары нарығын түбегейлі өзгертеді.



12-сурет - 40 жылдағы күн модульдері бағасының өзгеруі.

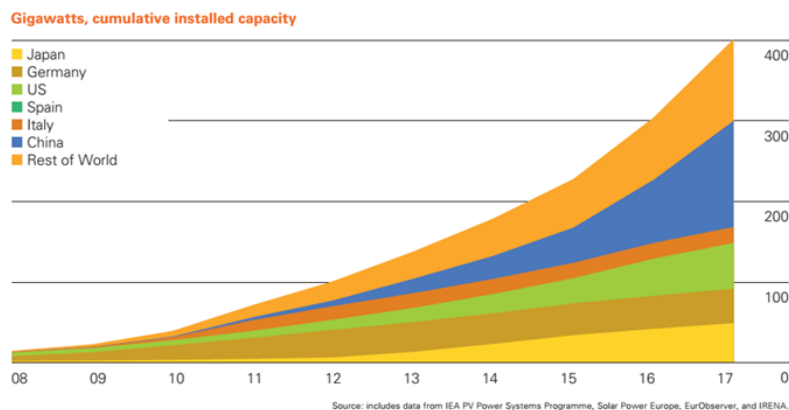
Мысал ретінде, күн модулдерінің бағасының төмендеуіне бизнес пен мемлекеттер қалай әсер еткенін төменде көре аламыз. Фотомодельдердің тағы бір сыни төмен бағасына қол жеткізгеннен кейін нарықтардың жарылғыш реакциясы пайда болды және барлық дамыған елдерде күн электр станциялары салына бастады.



13-сурет - 40 жылдағы энергия бағасы мен өндірілетін қуаттың өзгерісі

Дәстүрлі түрде баламалы энергетиканың негізгі шешімдері күн және жел электр станциялары болып табылады. Бірақ! Кремний фотоэлементтерін, негізінен моно - және поликристалды өндіру технологиясының жылдам дамуы есебінен фотовольтаика (PV-photovoltaic) жел электр станциясының даму қарқыны бойынша оза бастады.

Қазіргі таңда бизнес пен мемлекеттің коммерциялық күн станцияларының жобаларына белсенді инвестициялауын байқай аламыз. Бұл 2017 жылдың аяғында күн энергиясының қуатын 400 ГВт-қа дейін арттырды!(14-сурет)



14-сурет - 2017 жылғы әлемде өндірілетін күн энергиясы

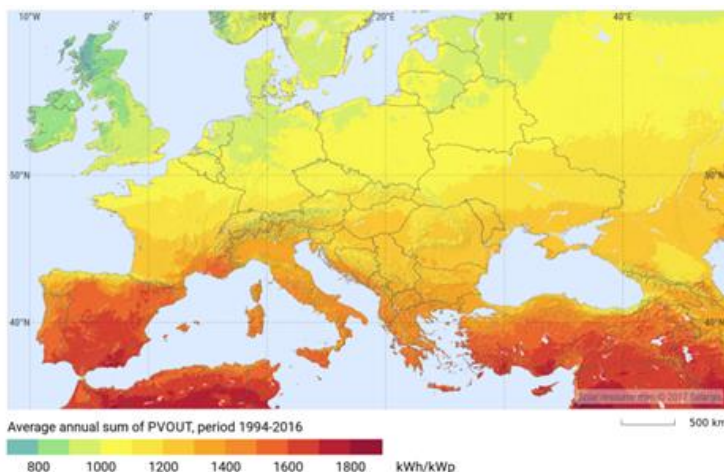
Бұл таңқаларлық емес, бүгінде Мексика, Перу, Үндістан, Сауд Арабиясы, Еуропа және Украинада салынған кейбір өнеркәсіптік күн электр станциялары күн энергиясының өзіндік құны 1 кВт / сағ үшін 0,025 доллардан төмен! Бұл

технологиялар бір құтыда экономикалық және экологиялық әсерді біріктіруге мүмкіндік бергенін білдіреді.

Күннен электр энергиясының өзіндік құны төмен, тіпті "жасыл" тарифтерсіз де, бұл бизнес-жобалар белгілі бір мемлекеттің нарығындағы электр энергиясының бөлшек сауда бағасына байланысты 5-8 жыл аралығында өтелетіні анық. Сонымен, "жасыл" тарифтердің деңгейі туралы әңгімелерді мемлекеттің стратегиялық даму жоспарын құру кезінде ғана қарастыруға болады. Яғни, егер біз баламалы энергетиканы дамытуды жеделдеткіміз келсе, біз "жасыл" тарифтерді жоғары қоямыз, егер бізге елдің жасыл энергетикасының қалай дамитыны маңызды болмаса, немесе біз нарықтың өз бетінше дамып жатқанын көрсек, онда біз жасыл тарифтерді төмен жасаймыз немесе оларды мүлдем алып тастаймыз.

2.1 Күн сәулесінің инсоляциясы

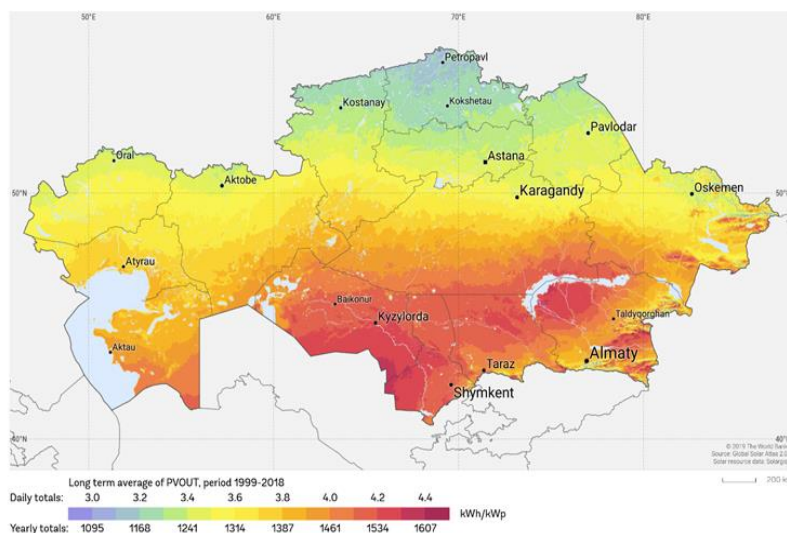
Бірақ күн панельдерінің төмен құны нарықтың дамуына әсер ететін жалғыз фактор емес. Екінші фактор, әрине, күн станциясы болатын белгілі бір аймақта оқшаулау болып табылады. Егер біз көптеген еуропа елдерінің оқшаулау деңгейіне қарайтын болсақ, оны "орташа" деп қабылдауға болады - шамамен $1000-1100 \text{ кВт*сағ/жыл}$ (15-сурет), белгіленген қуаты 1 кВт (СЭС).



15-сурет - Қазақстандағы және Еуропадағы күн инсоляциясы

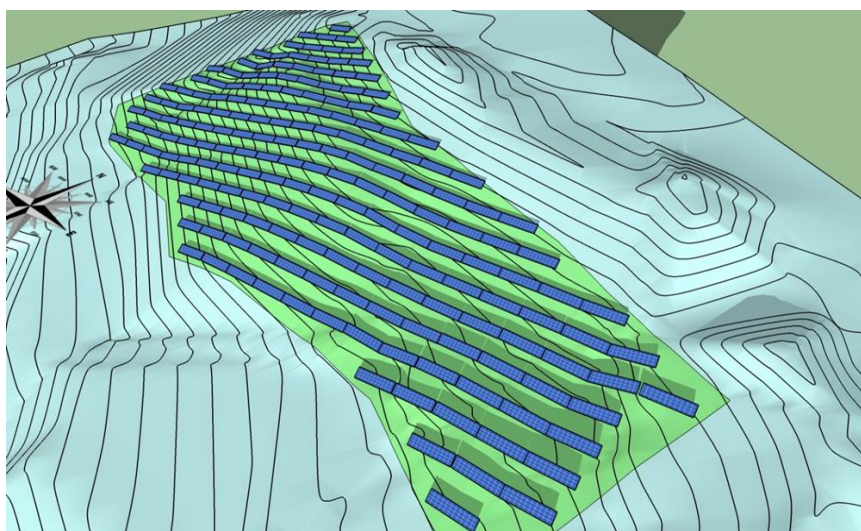
Картада жыл сайын 1100 кВт*сағ/жыл "жақсы" инсоляцияға қол жеткізілетіні көрсетілген, мысалы, Германияда, оңтүстігінде, ал Украинада бұл елдің орташа аймағы. Бір қызығы, Дания, Нидерланды, Польша және күн электр станцияларын дамытудың өршіл жоспарлары бар Скандинавия елдері де бар. Сонымен, тіпті сол жерде СЭС жобалары ақталған деп саналады.

Ал Қазақстанда инсоляциямен не болады? 16-суретке қарап көрейік.



16-сурет - Қазақстандағы күн инсоляциясы

Қазірдің өзінде елдің орта аймағында күн инсоляциясы жылына 1300 кВт*сағ/жыл құрайды (!), бұл көптеген Еуропа елдеріне қарағанда 30% - ға көп. Ал Қазақстанның Қызылорда, Түркістан, Жамбыл және Алматы облыстары сияқты өңірлерінде инсоляция жылына $1500-1600 \text{ кВт*сағ/жыл}$ дейін жетеді! Бұл көрсеткіш көптеген еуропалық бизнес-жобалар үшін керемет. Айтпақшы, Украинада 2019 жылы, инсоляцияның орташа көрсеткіші $1100-1200 \text{ кВт*сағ/жыл}$, Күн электр станциялары жобаларының өтелу мерзімі 4-5 жыл болды! Қазақстанның рельефті жерлеріне КЭС-сы қалай орналастырылатынын 17-суретте көрсетілген.

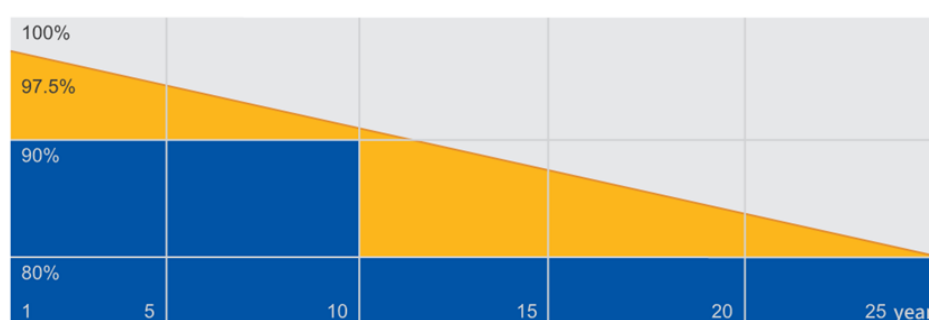


17-сурет - 3-d модельдеу – күн модульдерін күрделі рельефке орналастыру.

Бірақ күннің оқшаулануы және дамыған технологиялар күн электр станциясының құрылысының инвестициялық тиімділігін бағалайтын жалғыз критерийлер емес. Мәселелердің тұтас кешенін пысықтап, назарға алу қажет.

Геология және жергілікті жердің геодезиясы сияқты" қарапайымнан " бастап СЭС-тің технологиялық бөлігі, СЭС-тің электр желілеріне қосылуы, СЭС-тің электр желілеріне әсері, осы өңірдегі электр желілерінің құрылымы мен таралуы, құрылыс алаңының жағдайы және жобаны іске асырумен байланысты ұйымдастырушылық және техникалық мәселелердің өзге де саны сияқты күрделіге дейін.

Күн электр станциясының есептік қызмет ету мерзімі-25-30 жыл. Және оның өзгерісі 18-суретте көрсетілген. Иә, 25-30 жыл өте көп. Бірақ кез-келген құрылыста және кез-келген жабдықта сияқты, 2-3 жылдан кейін жұмыс істейтін нәрселер бар екенін түсіну керек. Бұл дегеніміз, КЭС жобалауға, салуға және пайдалануға неғұрлым кәсіби көзқарас болса, инвестор өз инвестицияларының қайтарымын тезірек, үлкен және кепілдендірілген болады.



18-сурет - Уақыт өте келе фотоэлементтердің қуатын төмендету кестесі

3 Күн электр станцияларының жұмысына анализ жасау және сыртқы факторлардың генерацияға әсері

Мен бұл диссертациялық жұмысымда Қазақстанның өзге КЭС-ларымен салыстырғанда орташа немесе үлкен болып есептелетін үш КЭС-сының жұмысын қарастырып, салыстырмалы анализ жүргізді. Олар: Бурное-1, Бурное-2, Қаскелен КЭС-тері. Бұл электростанциялар қуаты 50 МВт, яғни бір-бірімен салыстыруға қолайлы болып табылады. Орналасқан жерлері Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс. Жеке-жеке тоқталып кетейік.

4.1 Бурное 1, 2 күн электр станциясы (19-сурет)



19-сурет - Бурное күн электр станциясы

Жобаның мақсаты қуаты 50 МВт КЭС салу және өнімнің негізгі түрі – электр энергиясын өндіру болып табылады. Елдің оңтүстік энергия тапшы ауданында электр энергиясын өндіруді ұлғайту. ЖЭК секторын дамыту. Шетелдік инвесторларға Қазақстан Республикасындағы ЖЭК секторының тиімділігі мен жұмысқа қабілеттілігін көрсетудің көрнекі мысалы.

Burnoye Solar-1 ("Бурное Солар-1") компаниясы 2014 жылдың сәуір айында құрылып, 2014 жылдың шілде айынан бастап Жамбыл облысында Б.Момышұлы (бұрынғы Бурное ауылы) ауылында СЭС құрылысы басталды. қуаты 50 МВт.

Жоба дамуы электр энергиясының тапшылығымен тежелетін өңірде электр энергиясының жаңартылатын көздері жүйесін құруға бағытталған. Жоба В санатына жатады, өйткені жобаны іске асырудан күтілетін экологиялық және әлеуметтік салдарлар тек осы объектіге ғана тән немесе қысқа мерзімді болып табылады.

Энергия өндірудің бұл әдісі 100% экологиялық таза болып табылады. Электр энергиясын өндірудің бұл әдісінде атмосфераға шығарындылар, сондай-ақ судың немесе топырақтың ластануы болмайды. Станцияны пайдалану кезінде ешқандай жанғыш қазбалар жанбайды. Бұл энергия өндірудің ең тиімді жаңартылатын көздерінің бірі екенін атап өткен жөн.

Қуаты 50 МВт КЭС жобасының нәтижесі парниктік газдар шығарындыларын жылына 63 282,24 Т СО₂-ге немесе жобаның ұзақтығы ішінде 1 582 056 т СО₂-ге, яғни 25 жыл ішінде.

Жобаның техникалық сипаттамасы. Станцияда 30° орнатылған 192 - 192 фотоэлектрлік күн панельдерінен тұратын 3 бөлек блок бар, 32 жұп тұрақты ток түрлендіргіштері айнымалы және 10 / 220кВ трансформаторы 220кВ желісін 890 м биіктіктегі әуе желісіне қосу үшін.

Тоғыз шақырым 10 кВ кабель топырақтың жұқа жоғарғы қабаты мен сазды сазбен жабылған жоғары қабатты тақтатас тасты жерге төселген. 100 м³ екі резервуар панельдерді жуу үшін су береді, ол сәуірден қыркүйекке дейін жылы мезгілде орта есеппен 1 (бір) рет жүзеге асырылады. СЭС үшін бастапқы энергия ресурсы (шикізат) күн радиациясы болып табылады, ол фотоэлектрлік модульдер арқылы электр энергиясына айналады.

Жобаның орналасқан жері (өңір, елді мекен, жобаны бірегей сәйкестендіруге мүмкіндік беретін жобаның географиялық орналасуы туралы мәліметтер). Жамбыл облысы, Б. Момышұлы ауылы (бұрынғы. Бурное Ауылы). Электр станциясы Қаратау жотасының оңтүстік баурайының жайылымдарында, Нұрлыкент елді мекенінен солтүстікке қарай 2,7 км жерде, Тирис өзені алабының ауданында орналасқан. Нысанның ауданы 150 га, жалпы периметрі 5,2 км болатын металл тордан жасалған биіктігі 2,0 м дуалмен қоршалған.



20-сурет - Бурное КЭС-ның орналасқан жері

Енгізілетін технологиялар (лар) немесе жоба шеңберінде қабылданатын шаралар, операциялар немесе іс-қимылдар.

Бурное СЭС-те электр энергиясын өндірудің фотоэлектрлік әдісі қолданылады.

Күн энергиясын электр энергиясына түрлендірудің фотоэлектрлік (немесе фотовольтаикалық) әдісі фотоэффект құбылысына негізделген – электромагниттік сәулеленудің әсерінен заттың электронды шығаруы.

Күн электр станциясының осы түрінің негізгі элементтері:

фотоэлектрлік модульдер (ҚЭҮ) (2-кесте), трансформаторларды арттыратын инверторлар (3-кесте). Төмендегі кестеде ҚЭҮ қысқаша техникалық сипаттамасы келтірілген:

2-кесте - Бурное КЭС-ның фотоэлектрлік модульдерінің сипаттамасы

Атауы	Sunmodule
Өндіруші компанияның атауы	SolarWorld, AG
Өндіруші ел	Германия
Модуль түрі	поликристалдық
Модуль тиімділігі	14,9
Модульдің бірлік қуаты, Вт	250
Бос жүріс кернеуі, В	37,6
Максималды қуат нүктесіндегі кернеу, В	30,5
Максималды қуат нүктесіндегі Ток, А	8,27
Қысқа тұйықталу тогы, А	8,81
Зауыт кепілдігі (жыл / қуаты%)	10/90, 25/80
Қоршаған ауаның жұмыс температурасы, °С	-40 ... +85
Қоршаған ортаның максималды температурасы қуат жоғалтпай жұмыс істеу мүмкін, °С	46
Габариттік өлшемі, мм	1675x1001x31

Тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіру үшін инвертор қолданылады. Бұл жұмыста Schneider Electric инверторы қабылданды.

Инверторлардың жұмыс принципі оқшауланған ысырмасы бар биполярлы транзисторларды қолдану арқылы жүзеге асырылатын ендік импульсті модуляция әдісіне негізделген.

3-кесте - Инвертордың техникалық сипаттамалары

Модель атауы	PV Box RT
Өндіруші компанияның атауы	Schneider Electric
Тұрақты ток тізбегі	
Ең жоғары қосылатын қуат, кВт	2x782
$\cos \varphi \varphi = 1$ кезіндегі СЭС қуаты, кВт	2x680

3-кесте жалғасы

Бос жүрістің максималды кернеуі, В	1000
Максималды ток, А	2x1280
Қысқа тұйықталудың максималды тогы, А	2x2000
Айнымалы ток тізбегі	
Инвертор түрі	ХС 680
Номиналды қуаты, кВА	1360
Шығу жиілігі, Гц	50
Қуат коэффициенті	-0,80 ... 0,80
Номиналды шығу кернеуі, В	380
Номиналды шығыс тогы, А	1040
Тиімділік, %	98,9

3.2 Қаскелен 50 МВт күн электр станциясы (21-сурет)



21-сурет - Қаскелен КЭС

Қаскелен 50МВт-тық Күн электр станциясы. Қуаты 50 МВт Қаскелең күн электр станциясы - Қазақстан аумағындағы күн электр станциясының үшінші жобасы. Электр станциясының құрылысы 2019 жылы басталды, энергия желісіне қосылу 2020 жылғы 26 маусымда өтті. Жоба "Қазақстан-Қытай өндірістік әлеуеті және инвестициялық ынтымақтастық" негізгі жобалар тізіміне енгізілді. Жоба жергілікті экономикалық дамуда оң рөл атқарады, жылына шамамен 82,1 млн.кВт*сағ таза электр энергиясымен қамтамасыз етеді, көмірқышқыл газының шығарындыларын жылына 82 000 тоннаға азайтады [3].

3.3 КЭС-ты әр түрлі көрсеткіштері бойынша талдау жасау

Ең бірінші Бурное Солар-1 ге талдау жасалды (4, 5, 6-кестелер, 22, 23, 24, 25-суреттер). 2017 жылдан бастап 2019 жыл аралығын. Сосын Бурное-2 бойынша

анализ жасаймын. 3-ші Қаскелендегі 50 МВт-тық күн электр станциясына анализ жасаймын.

4-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2017 жыл)

Айлар, 2017	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготі- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	24,68	3 502 363	9,42	299,3	117,39	2 983 600
Ақпан	44,14	4 530 271	13,49	453,7	129,22	3 505 730
Наурыз	71,27	5 951 481	16,01	497,7	107,82	5 519 660
Сәуір	100,62	6 956 772	19,34	554,8	99,22	7 011 460
Мамыр	183,00	9 537 113	25,65	727,1	117,30	8 130 310
Маусым	178,70	9 271 094	25,77	737,4	107,15	8 652 440
Шілде	201,34	10 003 544	26,91	785,9	112,70	8 876 210
Тамыз	193,83	9 815 198	26,40	778,4	107,86	9 099 980
Қыркүйек	139,18	8 199 378	20,29	675,2	100,85	8 130 310
Қазан	90,14	6 693 475	18,00	515,6	105,57	6 340 150
Қараша	43,87	4 593 372	12,77	375,0	118,43	3 878 680
Желтоқсан	22,36	3 333 698	8,97	335,8	135,44	2 461 470
Қортынды	1 293,13	82 387 759	18,58	561,33	110,45	74 590 000

5-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2018 жыл)

Айлар, 2018	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготі- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	29,51	3 829 956	10,30	336,5	128,37	2 983 600
Ақпан	69,37	5 679 162	13,44	482,8	162,00	3 505 730
Наурыз	67,53	5 793 296	14,79	449,1	104,96	5 519 660
Сәуір	118,69	7 555 721	20,92	594,0	107,76	7 011 460
Мамыр	176,54	9 367 214	25,20	705,0	115,21	8 130 310
Маусым	145,47	8 364 756	23,25	610,4	96,68	8 652 440
Шілде	194,61	9 834 807	26,45	773,4	110,80	8 876 210
Тамыз	178,72	9 424 699	25,06	738,1	103,57	9 099 980
Қыркүйек	149,54	8 481 060	23,57	679,0	104,31	8 130 310
Қазан	69,61	5 881 873	15,82	454,5	92,77	6 340 150
Қараша	25,98	3 534 969	9,83	356,7	91,14	3 878 680
Желтоқсан	22,56	3 348 480	9,01	313,1	136,04	2 461 470
Қортынды	1 248	81 095 993	18,14	541,07	108,72	74 590 000

6-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2019 жыл)

Айлар, 2019	Шығын ΔP , Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м ²	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	33,44	4 076 729	10,97	315,9	136,64	2 983 600
Ақпан	48,10	4 728 975	14,08	406,9	134,89	3 505 730
Наурыз	88,64	6 637 330	17,85	503,0	120,25	5 519 660
Сәуір	65,23	5 601 376	15,07	423,7	79,89	7 011 460
Мамыр	191,63	9 759 194	26,25	739,1	120,03	8 130 310
Маусым	151,93	8 548 428	23,76	683,2	98,80	8 652 440
Шілде	188,43	9 677 489	26,74	0,0	109,03	8 876 210
Тамыз	151,15	8 667 536	24,07	0,0	95,25	9 099 980
Қыркүйек	107,58	7 193 306	19,99	0,0	88,48	8 130 310
Қазан	106,38	7 271 485	20,21	0,0	114,69	6 340 150
Қараша	44,17	4 609 323	12,81	0,0	118,84	3 878 680
Желтоқсан	26,10	3 601 621	10,01	0,0	146,32	2 461 470
Қортынды	1 202,78	80 372 792	18,48		107,75	74 590 000

Бұл жерде келтірілген мәліметтер келесідей анықталады:

- 1) Электр желісіндегі шығын:

$$\Delta P = \sqrt{3} I_{\text{ж}}^2 \cdot R_{\text{ж}}$$

мұндағы $I_{\text{ж}}^2$ – желідегі токтың квадраты;

$R_{\text{ж}}$ - желінің кедергісі;

$r_{\text{ж}}=0,107$ Ом/км (анықтамалық бойынша);

Желінің толық ұзындығы – 0,742 м (0,742 км).

$R_{\text{ж}}=0,107*0,742=0,079$ Ом

- 2) Электр энергиясының өндірілімі – қарастырылып отырған айдағы өндірілген электр энергиясының суммасы, есептеуіш аспаптарының көрсеткіші бойынша, өлшем бірлігі - кВт/сағ;

- 3) КИУМ (энерготиімділік) – электр энергетикасы кәсіпорындарының жұмыс тиімділігінің маңызды сипаттамасы [4]. Ол белгілі бір уақыт аралығында электр қондырғысының белгіленген қуатына орташа арифметикалық қуаттың қатынасына тең:

$\text{КИУМ} = (\text{Тәулік ішінде өндірілген энергия} / (24 * \text{Қол жетімді қуат})) * 100\%$

- 4) Орташа радиация - Күннің түсуіне, климатқа тәуелді. Вт/м²;

- 5) Орындалуы - жоспардың қаншалықты пайызға орындалғанын көрсетеді;

- 6) Жоспар – қарастырылатын айға қойылған жоспар.

Сонымен, осы мәліметтер негізінде Бурное -1 бойынша жыл аралық түрлі графиктер тұрғызылды (1, 2, 3, 4 – суреттер).

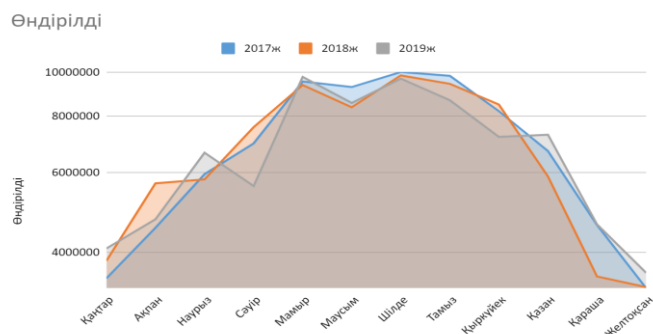
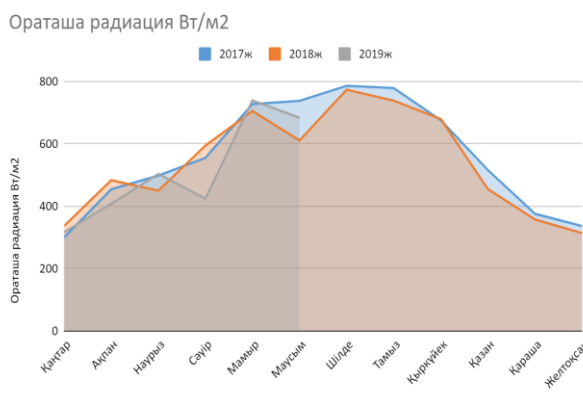
Осы 3-жылдың ішіндегі ең көп энергия өндірілген ай 2017 жылдың Шілде айы, күндік өндіруін астындағы кестеден көре аласыздар 7 - кестеде.

7-кесте - Бурное –1 КЭС

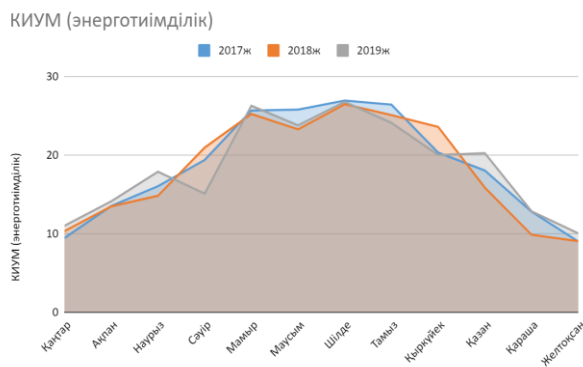
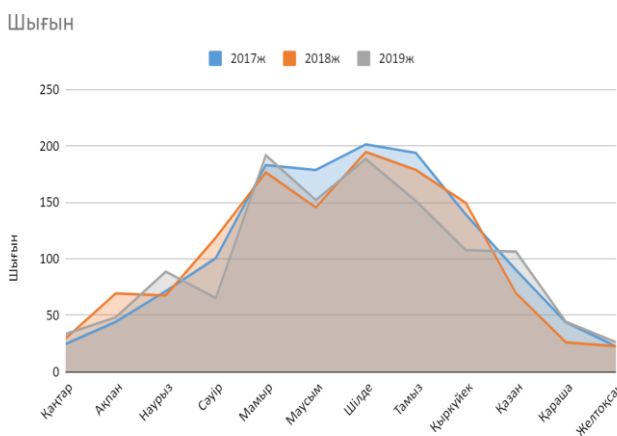
Күн	Қол жетімді куат	Орташа күн радиациясы 9:00-ден 18:00-ге дейін	КИУМ (тиімділік)	Ауаның орташа температурасы 9:00-ден 18:00-ге дейін	Панельдердің орташа температурасы 9:00-ден 18:00-ге дейін	Желдің жылдам- дығы	Метеожағдай	Тәулік ішінде өндірілуі
	кВт	Вт\м2	%	°С	°С	м/с		кВт/ч
01.07.2017	49 969,92	747	25,99	29	42	6	ашық	311 651
02.07.2017	49 969,92	812	27,89	30	42	6	ашық	334 423
03.07.2017	49 969,92	814	27,96	30	40	6	сирек бұлтты	335 278
04.07.2017	49 969,92	815	27,84	32	42	6	ашық	333 842
05.07.2017	49 969,92	804	27,35	32	42	8	ашық	328 016
06.07.2017	49 969,92	820	27,91	32	42	7	ашық	334 752
07.07.2017	49 969,92	825	27,51	35	47	4	ашық	329 918
08.07.2017	49 969,92	797	27,00	34	43	6	ашық	323 825
09.07.2017	49 969,92	782	26,19	36	48	5	ашық	314 141
10.07.2017	49 969,92	757	26,19	29	40	3	ашық	314 106
11.07.2017	49 969,92	785	26,80	31	45	3	ашық	321 403
12.07.2017	49 969,92	462	17,76	22	29	5	бұлтты	213 041
13.07.2017	49 969,92	480	17,23	22	28	4	бұлтты	206 615
14.07.2017	49 969,92	820	28,66	27	39	5	ашық	343 665
15.07.2017	49 969,92	814	28,47	24	36	4	ашық	341 417
16.07.2017	49 969,92	780	27,29	25	38	3	ашық	327 228
17.07.2017	49 969,92	825	28,51	25	39	3	ашық	341 911

18.07.2017	49 969,92	829	28,39	26	39	4	ашық	340 482
19.07.2017	49 969,92	821	28,29	26	39	4	ашық	339 221
20.07.2017	49 969,92	816	28,29	26	37	6	ашық	339 328
21.07.2017	49 969,92	822	28,29	27	37	5	ашық	339 282
22.07.2017	49 969,92	818	28,02	28	39	7	ашық	336 087
23.07.2017	49 969,92	813	27,97	29	38	6	ашық	335 492
24.07.2017	49 969,92	813	27,67	30	40	5	ашық	331 873
25.07.2017	49 969,92	826	27,61	32	44	4	ашық	331 133
26.07.2017	49 969,92	829	27,29	34	47	4	ашық	327 263
27.07.2017	49 969,92	813	26,98	33	45	4	ашық	323 507
28.07.2017	49 969,92	798	26,72	30	44	3	ашық	320 482
29.07.2017	49 969,92	794	26,80	31	41	4	ашық	321 407
30.07.2017	49 969,92	816	27,68	29	39	5	ашық	331 916
31.07.2017	49 969,92	817	27,59	31	40	5	ашық	330 839
		785,9	26,91					10 003 544

Берілген мәндер бойынша (4, 5, 6-кестелер) тұрғызылған: үш жылды бір-бірімен салыстыруға мүмкіндік беретін, өсу немесе шөгулерін көруге мүмкіндік беретін графиктер (22, 23, 24, 25-суреттер)



22-сурет – Күн радиациясының өзгеру 23-сурет – Жылдық өндірілім мөлшері



24-сурет – Электр энергиясының шығыны

25-сурет – КЭС-тің энерготімділік сипаттамасы

Бурное Солар-2 КЭС-на анализ жасау (8, 9-кестелер, 26, 27, 28, 29-суреттер)

8-кесте - Бурное –2 КЭС талдау жасау (2018 жыл)

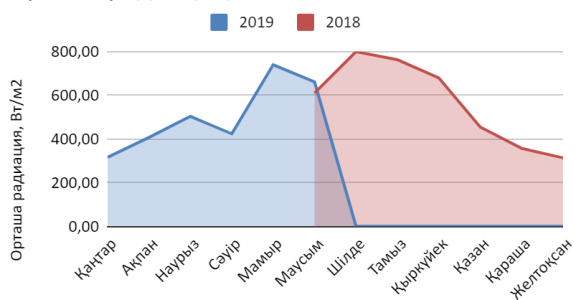
Айлар, 2018	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация , Вт/м2	Орындалу ы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар						
Ақпан						
Наурыз						
Сәуір						
Мамыр		63 501				
Маусым	118,96	7 564 239	21,02	610,40	87,42	8 652 440
Шілде	195,27	9 851 601	26,50	799,20	110,99	8 876 210
Тамыз	179,27	9 439 258	25,68	762,73	103,73	9 099 980
Қыркүйек	143,17	8 298 235	23,06	679,03	102,07	8 130 310
Қазан	61,54	5 530 650	14,88	454,52	87,23	6 340 150
Қараша	19,06	3 028 044	8,42	356,73	78,07	3 878 680
Желтоқсан	13,57	2 596 717	6,98	313,13	105,49	2 461 470
Қортынды	730,85	46 372 245	18,07	331,31	97,75	47 439 240

9-кесте - Бурное –2 КЭС талдау жасау (2019 жыл)

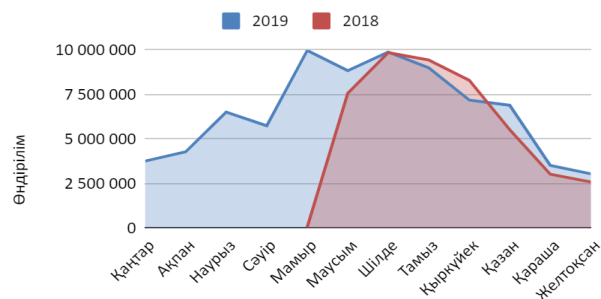
Айлар, 2019	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалу ы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	28,54	3 766 179	10,13	315,90	106,78	3 527 028
Ақпан	39,63	4 292 764	12,78	406,86	104,63	4 102 869
Наурыз	85,35	6 513 249	17,52	503,03	111,71	5 830 393
Сәуір	68,63	5 745 488	15,45	423,71	88,69	6 478 215
Мамыр	200,04	9 971 082	26,82	739,10	134,49	7 413 957
Маусым	162,51	8 841 208	23,78	661,13	113,73	7 773 858
Шілде	196,43	9 880 732	26,73	0,00	119,89	8 241 729
Тамыз	163,06	9 002 548	24,24	0,00	110,19	8 169 749
Қыркүйек	107,37	7 186 428	19,33	0,00	100,85	7 126 036
Қазан	95,74	6 898 181	18,55	0,00	115,46	5 974 354
Қараша	25,86	3 526 530	9,49	0,00	87,49	4 030 889
Желтоқсан	18,73	3 051 296	8,21	0,00	92,15	3 311 087

Берілген мәндер бойынша (8, 9-кестелер) тұрғызылған: 2 жылды бір-бірімен салыстыруға мүмкіндік беретін, өсу немесе шөгулерін көруге мүмкіндік беретін графиктер (26, 27, 28, 29-суреттер)

Орташа радиация, Вт/м2

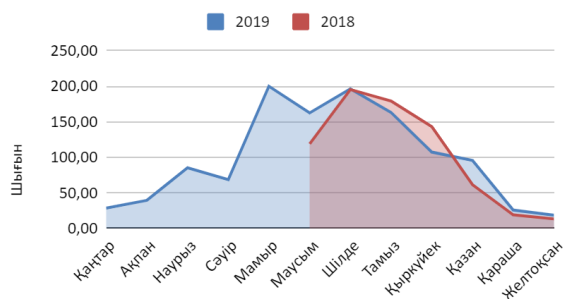


Өндірілім

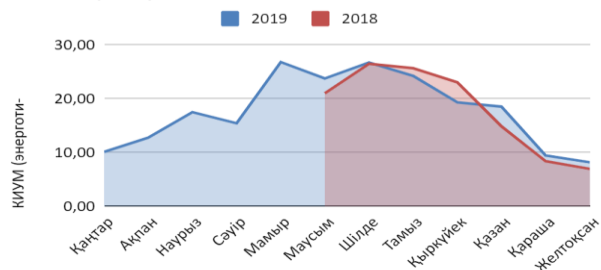


26-сурет – Күн радиациясының өзгеру 27-сурет – Жылдық өндірілім мөлшері

Шығын



КИУМ (энерготи-



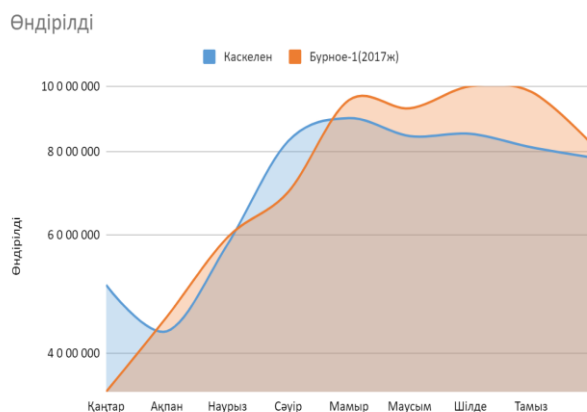
28-сурет – Электр энергиясының шығыны

29-сурет – КЭС-тің энерготиімділік сипаттамасы

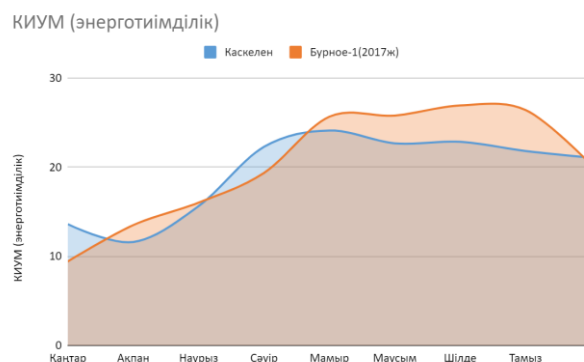
Келесі кезекте жаңадан салынған **Қаскелең КЭС бойынша талдау** жүргіземіз (10-кесте, 30, 31-суреттер).

10-кесте - Қаскелең КЭС бойынша талдау жасау (2021 жыл)

Айлар, 2021	Өндірілді кВт*сағ	КИУМ (энерготімділік), %	Орындалуы, %	Жоспар, кВт*сағ
Қаңтар	5 056 508	13,59	110	4 583 273
Ақпан	4 311 646	11,59	125	3 287 800
Наурыз	5 811 080	15,62	129	4 483 000
Сәуір	8 284 127	22,27	107	7 739 724
Мамыр	8 965 137	24,10	121	7 397 900
Маусым	8 429 878	22,66	104	8 111 703
Шілде	8 494 778	22,84	109	7 768 178
Тамыз	8 110 933	21,80	109	7 453 160
Қыркүйек	7 831 313	21,05	101	7 713 576



30-сурет – Электр энергиясының жылдық өндірілімі



31-сурет – КЭС-тің энерготімділік сипаттамасы

Анализ жасау және салыстыру. Салыстыруға қолайлы болуы үшін екі бірдей 50МВт-тық күн электр станциялары алынды. Анализ және салыстыру мына тәртіппен жүрілді:

- 1) жекелей талдау;
- 2) өзара салыстыру;
- 3) қорытынды жасау.

Бурное-1 КЭС. Біз бірінші Бурное-1 КЭС-сының 3-жыл ішінде өндірген қуатын қарастырдық, сонымен қатар 4 түрлі график шығардық. Өндіру қуаты 3 жылдада күн радиациясына тікелей байланысты болып тұр, оны графиктен көре аламыз. Яғни энерготиімділікке әсер ететін ең бірінші параметр күн радиациясы.

Ең көп қуат өндірілген ай: 2017-де шілде (10 003 544 кВт/сағ), 2018-де шілде (9 834 807кВт/сағ), 2019-да мамыр айы (9 759 194 кВт/сағ). Анализ жасау арқылы - осы күндері өзге күндерге қарағанда күн радиациясы ең жоғары болғанын байқауға болады.

Үш жылда өндіруден ең жоғарғы мәнді берген айлар 5- ші және 8-ші айлар аралығы. Бұған себеп сол кездегі жыл мезгіліне байланысты.

3-жылдың өндірілген қуат қорытындысы қатты өзгермеген. Бірақ арасындағы көш бастап тұрғаны 2017 жыл – 82 387 759 кВт/сағ (2018ж – 81 095 993 кВт/сағ; 2019ж – 80 372 792 кВт/сағ). Бұған панельдердің жыл сайынғы тиімділігін жоғалтуы себеп болуы мүмкін немесе жаһандық климаттың өзгерісі де әсерін тигізуі әбден мүмкін.

Бір қуантарлығы барлық жылдада қойылған жоспар артығымен орындалған 2017 жылы - 110,45%, 2018 жылы - 108,72% және 2019 жылы - 107,75%.

Бурное-2. Бурное-1 секілді Бұл КЭС-сының бізге белгілі ақпараттары бойынша 2-жыл ішінде өндірген қуатын қарастырдық, сол арқылы 4 түрлі график шығардым.

Ең көп энергия өндірген айы осы екі жылдықта 2019 дың шілде айында болды, өндірген энергиясы 9 880 732 кВт/сағ. Бір байқағанымыз. Ең көп энергия өндірілетін ай - Шілде айы. Себебі шілде айында күннің траекториясы күн энергиясын өндіруге өте қолайлы. Күн радиациясының ең жоғары деңгейде болатын кездері.

Бұл КЭС бойынша ақпараттар толық болмағандықтан толыққанды анализ жасау мүмкіндігі жоқ. Байқағанымыздай бұл КЭС 2018 жылдың мамыр айынан бастап энергия өндіре бастапты.

Бурное Солар-2 жоспар бойынша жұмыс жаса келе жатыр, яғни планды 100 пайызға орындап.

Қаскелен 50 МВт. Бізде Қаскеленнің 9 айда өндірген ғана көрсеткіштері болғандықтан, осы бойынша талдаймыз. Бұл көрсеткіштер 2021 жылғы.

Ең қуат көп өндірілген ай (шілде) – 8 494 778 кВт/сағ. Ең жоғарғы көрсеткіштер 6 және 7 айларда болған екен. Осы 9 айда 61 855 680 кВт/сағ өндірген.

Екі КЭС-ның ішіндегі тиімдісі және көп қуат өндіргені Бурное-1 КЭС болып табылады. Оны негізгі екі фактордан көре аламыз. Біріншісі - нақты өндірген қуаты бойынша және екіншісі энерготиімділігі бойынша.

КИУМ (энерготиімділік) бойынша салыстыратын болсақ (КИУМ – электр энергетикасы кәсіпорындарының жұмыс тиімділігінің маңызды сипаттамасы) Бурное-1 бойынша – 18,15%, Бурное-2 бойынша –17,75%, ал Қаскеленде 17,2%.

Жұмыс тиімділігі ең жоғары Бурное-1 КЭС-сы. Бір айтып кететін жайт, бүкіл әлемдік ғалымдардың жақсы деп еңгізген КИУМ мөлшері Өзбекстан

мемлекеті үшін 20-22% аралығында екен, бірақ Қазақстан үшін ондай дерек табылмады.

Қорытынды. Бұл жұмыста бірдей қуатты (50МВт) КЭС-сын қарастыру арқылы қайсысы тиімді жұмыс жасап жатқанын анықтадым. Қаскелен КЭС төмен көрсеткіш көрсетуіне негізгі себепкер - орналасқан аймағының климаттық жағдайы. Қаскеленде көктем мезгілінде көп күндер бұлтты болуы арқылы, күннің тікелей түсуін тоқтатады, бірақ оданда басқа көптеген факторлар әсер етеді. Және ол зерттеу ұзағырақ уақытты алады. (Мысалы: климаттық жағдай, панельдердің орналасу бұрышы, бағыты; көлеңкеленуі; қардан тазалану; шаң басу, таза тұруы; панелдің құрамы; панель температурасының қызып кетуі; сол жердегі ауаның құрамы, лас немесе таза болуы, сым, инвертор және контроллердегі энергия шығындары, жарықтың біркелкі болмауы т.с.с. Осы факторларды зерттеу арқылы бұл КЭС-ның тиімділігін максимум арттыруға болады).

Осы 3 КЭС-тің ішінен ең тиімді жұмыс жасап жатқан күн электр станциясы – Бурное-1. Өндіріп жатқан энергиясынанда, КИУМ көрсеткішіненде.

4 Энерготиімділігін арттыратын техникалық іс-шаралар

Энерготиімділігін арттыратын техникалық іс-шаралар ең маңыздысы: күн панелдерінің стационарлы немесе қанша ості болып орналасуында болып келеді. Осыған байланысты Қазақстанның Жамбыл облысында орналасқан, қуаты 50 МВт "Бурное-1" КЭС-сын қандай жағдайда оның энерготиімділігі, экономикалық тиімділігі, қанша уақытта өзін ақтайтындығы, қоршаған ортаны қаншалықты CO₂ газынан құтқарып қалатындығы және бір-бірінен айырмашылығын анықтадым. Ол үшін Канадалық RETScreen компьютерлік программасы қолданылды.

Бурное-Қазақстанның оңтүстік аймағында (Жамбыл) орналасқан және қаңтар айында -13,7 және Шілдеде 22,9 орташа айлық температураға ие. 2015 жылы бұл жер стационарлық панельді, 50 МВт қуатты Burnoye Solar-1 күн фотоэлектрлі электр станциясының құрылысы үшін таңдалды. Бүгінгі таңда Бурное - 1 Қазақстанда өндірілетін электр энергияның жалпы көлемінің шамамен 0,1% өндіреді. Бұл зерттеудің мақсаты - бір және екі осьті күнді бақылау жүйелерін орнату, стационарлық фотоэлектрлік панельдермен салыстырғанда жоғары электр энергиясын өндіруді, жоғары энерготиімділікті және парниктік газдар шығарындыларын азайтуды қамтамасыз ете ме, жоқ па. Сонымен қатар бұл жұмыста бір-екі осьті панельдер мемлекетіміз үшін тиімді ұзақ мерзімді инвестициялар болып табылады ма или жоқ па анықталған.

Дәл осыған ұқсас зерттеулердің ең үлкені Сауд Арабиясының Мекке қаласында болған болатын. Гарни және басқа зерттеушілер [17] фотоэлектрлік жүйе үшін техникалық және қаржылық тұрғыдан ең тиімді бақылау жүйесін зерттеді. Жеті түрлі бақылау жүйесі зерттелді, бұл екі осьті бақылау жүйелері осы жерде 34% - ға дейін электр энергиясын өндіре алатындығын көрсетті . Сонымен қатар, Друри және т. б. АҚШ-та бір осьті және екі осьті қозғалатын фотоэлектрлік панельдер стационарлық фотоэлектрлік жүйелермен салыстырғанда электр энергиясын өндіруді 12-25% және 30-45% арттыруы мүмкін деп тапты. Сонымен қатар, Гарни және т.б. бақылау жүйелерімен орнатылған күн панелдері АҚШ-тың батысы мен оңтүстік-батысы сияқты құрғақ аймақтарда тұрақты қар немесе бұлт жамылғысы бар аймақтармен салыстырғанда көбірек электр энергиясын өндіретіні анықталды.

Сонымен қатар, бақылау жүйелерінің тиімділігі климат пен орналасқан жеріне байланысты, дәлірек айтқанда, күннің көлденең жарықтандырылуына және күн мен фотоэлектрлік панельдер арасындағы қашықтыққа байланысты айтарлықтай өзгереді. Мысалы, бақылау жүйелері ылғалды аймақтарға қарағанда құрғақ жерлерде фотоэлектрлік электр энергиясын едәуір өндіруге ықпал етеді. Сонымен қатар, Түркиядағы Мугла университетінің кампусында жүргізілген зерттеу фотоэлектрлік қондырғыларда екі осьті күн батареяларын бақылау жүйелерін енгізу екі жағдайда да ұқсас модульдер мен инверторларды қолдана отырып, стационарлық фотоэлектрлік панельдермен салыстырғанда электр энергиясын өндіруді 30% - дан астам арттырды. Сол сияқты, Филик және

басқалар бақылау жүйесі арқылы электр энергиясын өндірудің орташа жалпы өсуі Түркияның солтүстігінде өздері таңдаған аймақ үшін бірдей қуатты стационарлық фотоэлектрлік панельдермен салыстырғанда шамамен 33% құрайды

Жалпы, талқыланған кейстердің көпшілігінде орындар ұқсас климат пен аймақтық ұқсастықтарға ие. Сонымен қатар, көптеген жерлерде күн панельдерін бақылау жүйелерін енгізу арқылы электр энергиясын өндірудің едәуір өсуі байқалады. Айта кету керек, қазіргі мен зерттейін деп жатқан Бурное-1 Түркиядағы Эскишехирмен ұқсас климаттық сипаттамалары бар, онда жазда ыстық, сонымен қатар АҚШ-тың оңтүстік-батысымен аймақтық ұқсастықтары бар, онда көптеген аймақтар құрғақ. Демек, Бурное-1 де электр энергиясын өндіруі бойынша ұқсас нәтижелер береді деп ойлаймын. Электр энергиясын өндіруді ұлғайту тұрғысынан күн трекерлерінің техникалық артықшылықтары айқын. Алайда, бақылау жүйелерін қолданатын фотоэлектрлік жүйелер жүйені қамтамасыз ету үшін қажет қосымша бастапқы шығындар мен қосымша пайдалану және техникалық қызмет көрсету (O & M) шығындарын көтереді. Сонымен қатар, кейбір жағдайларда күн радиациясы немесе қаржылық параметрлер қолайсыз болған кезде, қосылған бақылау жүйесі жобаны экономикалық тұрғыдан тиімсіз етуі мүмкін. Сонымен қатар, бұл жұмыста бір және екі осьті бақылау тетіктері экономикалық тиімді толықтырулар болып табылатындығын анықтау үшін Қазақстандағы қазіргі күн радиациясы мен қаржылық жағдайлар зерттеледі. Егер бұл қолайлы болып шықса, бақылау жүйелері елдегі Жасыл энергетикаға ауысуды Бурное-1 және аймақтағы болашақ жобалар арқылы жылдамдатуға мүмкіндік береді.

4.1 Ең тиімді пайдалану жолын анықтаудың кезеңдері.

Желілік КЭС-ның өміршеңдігін талдаудың сенімді және тиімді әдісі-RETScreen талдау бағдарламалық жасақтамасын пайдалану. Бұл жаңартылатын энергия көздері саласындағы жобалардың тиімділігін бағалауға көмектесетін зияткерлік шешім қабылдау құралы. Платформа 5 кезеңнен тұрады

– Энергетикалық модель, мынадай ақпаратты қажет етеді, жобаның орналасқан жері, жобаларда қолданылатын энергия түрі және аймақтық ресурстар. Алдыңғы ақпарат негізінде келесі бағалау жүргізілді:

– Қолданыстағы бекітілген көлбеу фотоэлектрлік жүйені қолдана отырып, электр энергиясын өндіруді бағалау.

– Бір және екі осьті күн бақылау технологиясын таңдау, олар жергілікті деңгейде қол жетімді (отандық өндіріс немесе импортталған), қолданыстағы фотоэлектрлік панельдермен үйлесімді. Осыдан кейін осы екі жаңа конфигурацияның көмегімен электр энергиясын өндіруді бағалау бағаланады.

– Бурное-1 дегі жылдық күн радиациясын және климаттық жағдайын бағалау.

– Шығындар бюджетін талдау, пайдаланушы мерзімді, жылдық және бастапқы шығындарды қосу керек. Сонымен қатар, оған күн фотоэлектрикалық технологияның күрделі(капитальды) және пайдалану шығындары және Бурное-1 үшін қолайлы күн трекерлері кіреді.

– Электр энергиясын желіге экспорттаудың үш түрлі сценарийі үшін өмірлік цикл шығындарын талдау (LCCA). Осы талдау барысында келесі деректерді жинау қажет:

– FIT және елдегі фотоэлектрлік Электр станцияларына қолданылатын субсидиялар;ар;

– Қолданылатын салықтар (бар болса);

– Инфляция мен инфляцияның өсу қарқыны;

– Несие шарттары (яғни қарыздың қатынасы, мөлшерлеме және төлем мерзімі);

– Осы сектордағы инвесторлар күткен кірістіліктің ең төменгі деңгейі (дисконттау мөлшерлемесі). LCA нәтижелері ең жақсы қаржылық нұсқаны анықтау үшін үш сценарий арасында мұқият талданды және мыналарды қамтиды: таза ағымдағы құн (NPV), ішкі кірістілік (IRR-внутреннюю норму доходности), меншікті капиталдың қайтарымы және пайда мен шығындар коэффициенті (B-C).

– Сезімталдықты талдау, бұл жобаның қаржылық нәтижесіне әсер ететін ең негізгі факторларын анықтайды

– Парниктік газдар шығарындыларын талдау, CO_{2e} шығарындыларын бағалауды қамтамасыз етеді. Бұл талдау қаржылық әсерін оның экологиялық артықшылықтарымен толықтырады.

4.2 Талдау және нәтижелері. Энергетикалық модель

1-кестеде Бурное-1 үшін НАСА спутниктік ақпаратынан және жер үсті станциясынан алынған орташа айлық жарықтандыру және ауа температурасы(RETScreen-ден алынған). Базалық нұсқа үшін энергетикалық модель (еңіс 30 градус және азимут 0 градус) жоба сайтында қол жетімді ақпаратқа сәйкес құрылған (retscreen-ден алынған), ал ағымдағы Burnoue техникалық сипаттамаларын алу үшін Қазақстанның Күн ресурстары атласы пайдаланылған.-1. Қуат, модель, тиімділік және оларды өндіруші сияқты фотоэлектрлік жүйелер туралы ақпарат 11-кестеде келтірілген.

**11-кесте - Күн сәулесі және Бурныйдағы ауа температурасы
(Жамбыл облысы) (RETScreen Expert мәліметтері бойынша)**

Айлар	Ауа температурасы [°C] Дереккөз: жер үсті станциясы	Күнделікті күн радиациясы [kWh/m ² /d] Дереккөз: NASA
Қаңтар	-3.0	1.66
Ақпан	-1.6	2.33
Наурыз	4.1	3.23
Сәуір	11.6	4.34
Мамыр	17.3	5.51
Маусым	23.0	6.52
Шілде	25.3	6.64
Тамыз	23.7	6.19
Қыркүйек	17.8	4.96
Қазан	10.5	3.21
Қараша	3.7	1.94
Желтоқсан	-1.4	1.40

Vurnoye-1 күн қондырғысы Таиландта Schneider Electric компаниясы шығарған ХС 680 инверторларын пайдаланады, айнымалы ток қуаты (AC) 680 кВт және максималды тиімділігі 99%. Бір Инверторды бір және екі осьті күн бақылауы бар сценарийлер үшін қолдануға болады. ST40M2V3P бір осьтік күн энергиясын бақылау жүйелерінің және STM3V15P екі осьтік күн энергиясын бақылау жүйелерінің техникалық сипаттамалары 12-кестеде келтірілген.

RE платформасы стационарлы, бір және екі осьті күн электр станцияларының өндіретін энергияларын есептеуге мүмкіндік береді.

12-кесте - Күн бақылау жүйелерінің техникалық сипаттамалары

Техникалық сипаттамалары	ST40M2V3P	STM3V15P
Айналмалы осьтер саны	1	2
Ұстап тұратын панельдер	3	15
Панельдің өлшемі	1.67 × 0.99 m	1.67 × 0.99 m
Қозғалтқыштар	1	2
Қозғалтқыштың қуат көзі	24 VDC	24 VDC
Сағаттық көлбеу бұрышы бар қозғалтқыш түрі	Сызықтық қозғалтқыш SM4S510M2	Сызықтық қозғалтқыш SM4S900M3
Қозғалтқыштың Есептік Жұмысы	800–1000 сағат	800–1000 сағат
Жарамдылық мерзімі	8 yrs	8 yrs

12-кесте жалғасы

Техникалық сипаттамалары	ST40M2V3P	STM3V15P
Резервтік батарея	CR 2512 coin	CR 2512 coin
Батареяны ауыстыру	3–5 жыл	3–5 жыл
Жұмыс температурасы	–25 °C to +70°C	–25 °C to +70 °C

Үш түрлі жүйеде өндірілетін қуат. Көріп отырғаныңыздай, бір және екі осьті күн жүйелері шығаратын электр энергиясы белгіленген жүйемен салыстырғанда едәуір жоғары (13-кестеде көрсетілген), ал екі осьті күн бақылау жүйесі желіге экспортталатын электр энергиясының мөлшерін 33% арттырады. Тағы бір маңызды нәтиже-бұл бір осьті және екі осьті бақылау жүйелерінің энергия өндірісіндегі ұқсастығы, бұл екі осьті бақылауды жүзеге асыру қажет пе деген пікірталасты тудырады, өйткені ол бір осьті конфигурациямен салыстырғанда жоғары капиталды және пайдалану шығындарын талап етеді.

13-кесте - Үш түрлі жүйедін желіге экспортталатын электр қуаты

Бақылау Режимі	Желіге экспортталатын электр энергиясы (МВтсағ/жыл)	Электр энергиясынан түсетін кірістер (USD/жыл)*
Стационарлы режим (негізгі нұсқа)	75 828	252 735 183
Бір осьті режим (Ұсынылған жағдай)	97 751	325 805 460
Екі осьті режим (Ұсынылған жағдай)	100 933	336 409 416

4.3 Шығындар бюджетін жасау

Бурное-1 күн электр станциясын салу құны техникалық-экономикалық талдауды, жобаны әзірлеуді және инженерлік жұмыстарды қоса алғанда, шамамен 123 000 000 АҚШ долларын құрады [24]. Қазіргі уақытта қондырғыны пайдаланумен және техникалық қызмет көрсетумен 25 техникалық маман айналысады [7]. Атап айтқанда, жобаға тұрақты түрде бес диспетчер, төрт мониторинг инженері және 16 күзетші бекітілген. Жалақы Жамбыл облысындағы өмір сүру деңгейін ескере отырып есептеледі [26]. Мерзімді күн инверторларды ауыстыру негізінде белгіленеді. ХС 680 инверторларының құны қоғамдық есепте көрсетілмеген, бірақ ол тиісті нақты құнын (Жапониядан тасымалдау құнын қоса) қолдана отырып, оның сипаттамалары бойынша

бағаланды. Инверторды ауыстыру мерзімі-он жыл. Жобаның базалық нұсқасының мерзімді құны оның бастапқы құнының 25% мөлшерінде болжанатын Инверторды қайта жаңартуды ғана қамтиды. 14-кестеде бекітілген(стационар) панель режимі үшін шығындар саны көрсетілген (негізгі нұсқа).

14-кесте - Стационарлық фотоэлектрлік жүйені конфигурациялауға арналған шығындар (базалық нұсқа)

Шығыстар	Құны	БАРЛЫҒЫ
Бастапқы құны (USD)		
Техникалық-экономикалық негіздеме	3 900 000	
Дамыту	7 800 000	
Инженерлік өнер	9 450 000	124 679 722
Энергетикалық жүйелер	92 810 892	
Инверторлар (74 XC680)	4 781 700	
Жүйе балансы	5 937 130	
Пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары(USD)		
Диспетчерлер	25 200	
Инженерлер	28 800	111 600
Күзетшілер	57 600	
Мерзімді шығындар (USD)		
Инверторлар (10 жыл)	1 195 425	1 195 425

Бір және екі осьті ST40M2V3P және ST44M3V15P күн трекерлерін қосудың әсері былай қарастырылады. Әрбір ST40M2V3P трекері үш панельді орналастыра алады (әр панель 1,6335 м2), ал әрбір ST44M3V15P 15 панельді орналастыра алады (әр панель: 1,6533 м2). Айта кету керек, бұл жобада қолданылатын күн трекерлерінің ауданы 1,626 м2 (әрқайсысы), бұл таңдалған күн трекерлерін қазіргі кеңістіктермен үйлесімді етеді. ST40M2V3P және ST44M3V15P жиынтықтарының бағасы SAT Control-дан алынды (толық фотоэлектрлік электр станциясы үшін): сәйкесінше 36,270,820 доллар және 55,675,526 доллар. Сонымен қатар бұл күн панельдерін орнату керек, сәйкесінше оның жалақысы сағатына шамамен 5,85 АҚШ долларын (2 199 теңге / сағ) құрайды. Екінші жағынан, күн батареяларын басқару қозғалтқыштары қосымша пайдалану шығындарына және желідегі электр энергиясын тұтынуға байланысты шығарындыларға ие. Осы басқару қозғалтқыштарының жұмысы үшін пайдаланылатын желілік электр қуаты кВт/сағ үшін 0,028 АҚШ долларына бағаланды [16]. Сонымен қатар, күн трекері Жамбылда күніне орта есеппен 10 сағат жұмыс істейді [28]. Нәтижесінде жыл сайынғы пайдалану шығындары базалық сценарийдің бастапқы құнымен салыстырғанда сәйкесінше бір осьті және екі осьті күн энергиясын бақылау жүйелері үшін 93 772 долларға және 37

507 долларға дейін артады. Бір күн трекеріне орналасатын күн панельдерінің санына байланысты осындай айырмашылық болуы мүмкін. Сонымен қатар, екі осьті бақылау жүйесінде екі осьті қозғалтқышпен жұмыс істейтеді. Қосымша мерзімді шығындар: әр 8 жыл сайын тұрақты электр қозғалтқыштарын ауыстыру керек. Ол сонымен қатар екі жұмысшы қозғалтқыштарды бір осьтік күн трекері үшін 40 минут ішінде және бір осьтік күн трекері үшін бір сағат ішінде алмастыра алады деп болжады. Екі бақылау жүйесі үшін пайдалануға және техникалық қызмет көрсетуге арналған сметалық шығындар (O&M) 15-кестеде келтірілген.

15-кесте - Бақылау жүйелеріне арналған қосымша және пайдалану шығындары

Бақылау режимі	Бір осьті	Екі осьті
Бастапқы құны (USD)	163 033 074	183 090 088
Пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары (USD)	205 372	149 107
Мерзімді шығындар(USD)		
Инверторлар (әр 10 жыл сайын)	1 195 425	1 195 425
Қозғалтқыштар (әр 8 жыл сайын)	14 516 689	17 921 800

Осылайша, бір осьті және екі осьті бақылау жүйелерін орнату базалық жобаға қосымша шығындарды сәйкесінше 25% және 40% - ға арттырады. Сонымен қатар, екі осьті бақылау жүйесі жағдайында мерзімді шығындар жоғары, өйткені ол екі сызықты қозғалтқыштармен жұмыс істейді. Алайда, екі осьті бақылау жүйесімен салыстырғанда бір осьті бақылау жүйесі жағдайында пайдалануға беру құны біршама жоғары, өйткені біріншісінде техникалық қызмет көрсетуді қажет ететін панельдер көп.

4.4 Өмірлік цикл шығындарын талдау (LCA)

Бұл бөлімде жеңілдікті тарифтің әсерін ескере отырып, барлық үш нұсқаның өмірлік циклына (LCA) арналған шығындарды талдау ұсынылған. Негізгі нұсқа үшін LCCA жалпыға қол жетімді техникалық-экономикалық есептерге сәйкес анықталады. Қазіргі "Борное-1" фотоэлектр станциясына екі компания қаржылық қолдау көрсетті: Еуропалық Қайта Құру және даму банкі (ЕҚДБ) және Дүниежүзілік банк тобының еншілес компаниясы таза технологиялар қоры (CTF). 16-кестеде екі ұйымның берешек коэффициенттері және олардың қаржылық деректері келтірілген. Қарыздар долларлық баламада көрсетілген және қарыз талдауды жеңілдету үшін ЕҚДБ-ның негізгі қарызы

ретінде модельде шоғырландырылды. Нәтижесінде жобаны талдауға 62,02% қарыз енгізілді.

16-кесте - Қарыз туралы мәліметтер

Банк	ЕҚДБ	СТФ (Дүниежүзілік банк)
Берешек коэффициенті	62.02%	12.3%
Берешек (USD)	~77 300 000	~15 000 000
Қарыз бойынша пайыздық мөлшерлеме	11.5%	1.25%
Борышты өтеу мерзімі (жылдар)	15	20

Бұдан басқа, 17-кестеде Қазақстан Ұлттық Банкінен алынған талдау үшін қажетті қаржылық параметрлер бойынша деректер берілген.

17-кесте - Қаржылық параметрлер

Жобаның қызмет ету мерзімі (жыл)	25
Инфляция деңгейі	5.3%
Дисконттау Мөлшерлемесі	9.25%
Қайта Инвестициялау Коэффициенті	1.2%
Табыс Салығының Тиімді Мөлшерлемесі	20%

LCCA нәтижелері 25 жылдық қызмет мерзімі үшін 18-кестеде келтірілген. Талдау көрсеткендей, бір осьті және екі осьті күн трекері бар жобалар NPV-ге өте ұқсас, соңғысының бастапқы үлкен құнына қарамастан, сәйкесінше 162 мың доллардан және 150 мың доллардан асады.

18-кесте - Өмірлік цикл шығындарын талдау нәтижесі (LCCA)

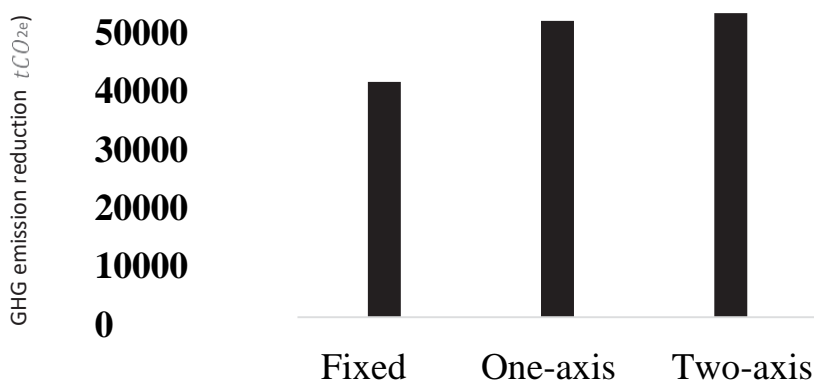
Режим	Стационарлы	Бір осьті	Екі осьті
Салық төлегеннен кейін IRR Меншікті капиталдың өтелімділігі (%)	23.3	21.7	19.6
NPV (USD)	145 119 759	162 429 145	150 307 742
Өзін өзі ақтауы (yrs)	5.9	6.1	6.9
Simple Payback (yrs)	8.7	8.9	9.6
Пайда мен шығынның қатынасы	4.1	3.6	3.2

Көріп отырғанымыздай 3 түрлі панелдің арасынан - стационарлы панель ең тиімдісі екенін көріп тұрмыз. Меншікті капиталдың өтелімділігі, пайда мен шығынның қатынасы 4,1-ге тең. Ал IRR 23,3% пайызға тең. Өзін өзі ақтауының ең қысқа мерзіміде осы стационарлы кун панельдерінде 5,9 жыл.

4.5 Парниктік газдар шығарындыларын талдау

Бурное-1 парниктік газдар шығарындыларын (PG) қазбалы отын жүйелерімен салыстырғанда жылына шамамен 34 996 тонна CO₂-ге азайтады (RETScreen Expert есептеулеріне сәйкес). Алайда, бір және екі осьті бақылау қосылған кезде күн энергиясын жинау көбейсе де, трекерлердің басқару қозғалтқыштары электр қуатын желіден тұтынады және бұл парниктік газдар шығарындыларын азайту әсерін азайтады.

Алайда, күніне 10 сағаттық жұмыс және 15 минуттық бақылау уақыты болған жағдайда, онда бір осьті және екі осьті бақылау жүйелерінің қозғалтқыштары сәйкесінше ең көбі 6 Вт және 36 Вт қуат тұтынады. Күн қозғалтқыштарының есептеулері бір осьті бақылау жүйесі жылына 1,40 МВт / сағ, ал екі осьті бақылау жүйесі жылына 1,68 МВт / сағ пайдаланады деп күтілуде. Содан кейін бұл мәндер 2019 жылғы retscreen сараптамалық платформасының деректер базасымен ұсынылған Қазақстандағы парниктік газдар шығарындыларының коэффициентіне (0,495 тCO₂e/кВтс) көбейтіледі және парниктік газдар шығарындыларының жалпы жылдық азаюынан панельдер арқылы шегеріледі, парниктік газдар шығарындыларының таза азаюы жылына 44 137 тCO₂e(бір осьті) және 45 464 тCO₂e(2 осьті) құрайды. 13-кестеде бір осьті және екі осьті технологияларды пайдалану кезінде парниктік газдар шығарындыларының жыл сайынғы таза азаюы көрсетілген. Алайда, бір осьті және екі осьті технологиялар үшін айырмашылық салыстырмалы түрде аз (барлығы 1,327 тонна CO₂e).



32-сурет - Стационарлық және трекерлі бақылау жүйелерін пайдалана отырып, парниктік газдар шығарындыларын жыл сайын қысқарту мөлшерлемесі

Оңтүстік Қазақстанда орналасқан қуаты 50 МВт Burnoye Solar-1 желілік электр станциясына күн энергиясын бақылаудың бір немесе екі осьті жүйелерін қосу әсерінің техникалық - экономикалық бағасы ағымдағы құжатта ұсынылған. Күтілгендей, Күнді бақылау механизмі бар фотоэлектрлік жүйе стационарлық фотоэлектрлік панельдердің бірдей қуатымен салыстырғанда электр энергиясын көбірек өндіруді қамтамасыз етеді. Бір осьті және екі осьті күн трекерлерін орнату электр энергиясының желіге экспортын тиісінше жылына 76 ГВт-сағаттан (стационарлық жағдай үшін) 98 және 101 ГВт-сағатқа дейін арттырады. Алайда, бастапқы шығындар сәйкесінше 25% және 33% артады. Екінші жағынан, бір осьті трекерлердің шектеулі панель орналасуы олардың жалпы енгізу-шығару құнын екі осьті трекерлерге қарағанда үлкен етеді.

Үш сценарийдің өмірлік циклінің құнын талдау көрсеткендей, үшеуінде жасауға болады, бірақ стационарлық массивтер сол күн бақылау жүйесімен салыстырғанда жақсы қаржылық нәтижелерге қол жеткізеді. Электр энергиясын өндіруде және қаржылық көрсеткіштерде күнді бақылаудың екі сценарийі арасында шамалы айырмашылық анықталды. Екі осьті трекерлі жүйеде өндірілетін қуат бір осьтіге қарағанда кішігірім ғана көбірек және парниктік газдар шығарындылары кішігірім ғана аз. Яғни бір осьті жүйе арзан әрі қарапайым, сонымен қатар парниктік газдар шығарындыларын стационарлыққа қарағанда 10 мың тонна CO₂ ге азайтады.

Қорытындылай келе, “Бурное-1” дің стационарлық күн панельдері өзін жақсы ақтап шықты. Ең тиімдісіде осы стационарлық жүйе болып табылады. Тек қосымша электр энергиясын өндіру немесе парниктік газдар шығарындыларын азайту қарастырылатын болса, жаңа конфигурация бір осьті бақылау жүйесін қолдану қажет.

5 Күн электр станциясын пайдалану бойынша техникалық іс-шара ұсыныстары

КЭС-сын пайдалану бойынша дұрыс әзірленген техникалық іс-шаралар КЭС-ның бүкіл жұмыс істеу мерзімінде жоғарғы техникалық және экономикалық көрсеткіштер көрсетумен қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта барлық мүдделі тараптар, жоғары сапалы пайдалану және техникалық қызмет шаралары тәуекелдерді азайтады, электр энергиясының келтірілген құнын жақсартады және инвестициялардың өтелуіне (ROI) оң әсер етеді деп мойындады. Фотоэлектрлік жобаның өмірлік циклын 4 кезеңге бөлуге болады. Пайдалану және техникалық қызмет көрсету кезеңі, ең ұзағы:

- Даму (әдетте 1-3 жыл)
- Құрылыс (бірнеше ай)
- Пайдалану және техникалық қызмет көрсету (әдетте 20-35 жыл)
- Бөлшектеу немесе қайта баптау (бірнеше ай)

Сондықтан пайдалану және техникалық қызмет көрсету қызметтерінің сапасын жақсарту өте маңызды, керісінше, пайдалану мен техникалық қызмет көрсетуді елемеу өте орынсыз.

Бұл жұмыста күн энергетикасындағы жетекші компаниялардың тәжірибесін пайдалана отырып Қазақстан аумағындағы КЭС-лара төмендегідей техникалық пайдалану іс-шаралары ұсынылды (20-кесте).

20-кесте - Техникалық пайдалану іс- шаралары

Модульдер	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
	Термографиялық тексеру	Ұсынылады	Жылына
	Көрсеткіштерін тексеру	қажет болған жағдайда	Жылына
	Қысқыштардың тартылуын тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Модульдерді тазалау	Жергілікті жағдайларға сәйкес	(Жылына) Жылына
<p>Электр шкафтары мен тарату қалқандары</p> <ul style="list-style-type: none"> - Айнымалы ток тарату қораптары (Распределительные щиты) - Қосалқы коммутатор - Жалпы мақсаттағы тарату қалқаны (Распределительный щит общего назначения) - Метеостанция шкафы - Мониторинг жүйесінің шкафы - Коммуникациялық шкаф - Қауіпсіздік жүйесі тақтасы - Басқа шкафтар 	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Электрлік қорғанысты визуалды тексеру және функционалды тексеру	Минималды талап	Жылына
	Сақтандырғыш күйін тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Кабельдердің тұтастығын тексеріңіз	Минималды талапа	Жылына
	Датчикті функционалды тексеруі (егер бар болса)	Ұсынылады	Жылына
	Термографиялық тексеру	Ұсынылады	Жылына
	Тығыздауышты тексеру	Минималды талап	Жылына
	Құлыптарды майлау	Минималды талап	Жылына

20-кесте жалғасы

Құрал - жабдық	Тапсырма	Маңыздылығы	Жиілік
Кабельдер - Тұрақты / айнымалы ток кабельдері - Тарату қораптарындағы, шкафтардағы, инверторлардағы кабельдер	Тұтастығын тексеру	Минималды талап	Жылына
	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Кабельдердің клеммаларын тек.	Минималды талап	Жылына
	Көрсеткіштерін тексеру	Ұсынылады	Жылына
"Инверторы - Центральные инверторы - Струнные инверторы" «Инверторлар - Орталық инверторлар - Жолдық инверторлар»	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
	Құжаттарды тексеру	маңызды	Жылына
	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Электр қорғаныстарын көзбен шолып тексеру	Минималды талап	Жылына
	Сақтандырғыштарды тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Ток кернеуінен қорғаныстарды тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Термографиялық тексеру	маңызды	Жылына
	Датчиктердің жұмысын тексеру	Минималды талап	Жылына
	Көрсеткіштерін тексеру	Минималды талап	Жылына
	Параметрлерді тексеру	Минималды талап	Жылына
	Желдету жүйесін тексеру	Минималды талап	Жартыжылдық
	Желдеткіштерді ауыстырыңыз	Өндіруші ұсынысына сәйкес	(Жылына 5 рет)
	Қорғаныс жабдықтарын тексеру	Минималды талап	Жылына
	Сүзгілерді ауыстырыңыз	Минималды талап	Жылына 2 рет

20-кесте жалғасы

Құрал -жабдық	Тапсырма	Маңыздылығы	Жиілік
"Трансформатор - Күштік трансформатор - Қосалқы трансформатор"	Тұтастығын тексеру және тазалау	Жергілікті жағдайларға сәйкес	(Жылына)
	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Термографиялық тексеру	маңызды	Жылына
	Датчиктер мен релелерді функционалды тексеру	Минималды талап	Жылына
	Параметрлерді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Май деңгейін (егер болса) және максималды температураны тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Бар болса, салқындату жүйесін (желдеткіштерді) тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
Қуат анализаторы	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Көрсеткіштерін тексеру	Минималды талап	Жылына
	Қызмет көрсету бағдарламалық қамтамасыз ету	Ұсынылады	Жылына
	Параметрлерді тексеру	Минималды талап	Жылына
	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
Энеря есептегіші	Таңбалау мен сәйкестендіруді тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Мәндер мен параметрлерді тек.	Ұсынылады	Жылына

20-кесте жалғасы

Құрал - жабдық	Тапсырма	Маңыздылығы	Жиілік
Энеря есептегіші	Қажет болса, байланыс құрылғыларын (модем, түрлендіргіштер) тексеріңіз	Ұсынылады	Жылына
	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
Шамдар мен электр розеткалары	Дұрыс жұмыс істеуін тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Жергілікті қауіпсіздік стандарттарына сәйкестігін тексеріңіз	Минималды талап	(Жылына 3 рет)
	Тұтастығын тексеру	Минималды талап	Жылына
Найзағайдан қорғау (бар болса)	Тұтастығын тексеру	Минималды талап	Жылына
Қоршаулар мен қақпалар	Құлыптарды майлау	Минималды талап	Жартыжылдық
	Өсімдіктерден тазарту	Жергілікті жағдайларға сәйкес	(Тоқсандық)
Өсімдіктер	Тұтастығын тексеру	маңызды	Жылына
Жолдар	Өсімдіктерден тазарту	Ұсынылады	Жылына
	Тұтастығын тексеру және тазалау	Жергілікті талаптарға сәйкес	(Жылына)
Ғимараттар	Құлыптарды майлау	Минималды талап	Жартыжылдық
	Өрт сөндіргіштерді тексеріңіз		Жылына
	Жерге қосуды тексеріңіз		Жылына 3 рет
	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
Қауіпсіздік техникасы	Дұрыс жұмыс істеуін тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Тұтастығын тексеру	Минималды талап	Жылына

20-кесте жалғасы

Құрал - жабдық	Тапсырма	Маңыздылығы	Жиілік
Фотоэлектрлік тірек құрылымы	Тығыздауды тексеріңіз	Минималды талап	Жылына
	Потенциалды теңестіруді тексеріңіз	Минималды талап	(Жылына 2 рет)
	Тұтастығын тексеру және тазалау	Минималды талап	Жылына
Бақылау жүйесі	Дұрыс жұмыс істеуін тексеріңіз	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	(Жылына)
	Тығыздауды тексеріңіз	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	(Жылына)
	Жалпы техникалық қызмет көрсету		(Жылына)
	Механикалық майлау		Жартыжылдық
	Тұтастығын тексеру және тазалау		(Жылына)
	Датчиктердің функционалды тек.		(Жылына)
Метеостанция	Дұрыс жұмыс істеуін тексеріңіз	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	(Жылына)
	Батареяларды тексеріңіз барболса	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	(Жылына)
	Бақылау жұмысын тексеру	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	(Жылына)
	Тұтастығын тексеру және тазалау		Тоқсандық
	Калибрлеу	Өндірушінің ұсыныстарына сәйкес	Жылына 2 рет
Сәулелену датчиктері	Операциялық сынақты бақылау	Минималды талап	Жылына
	Қорларды түгендеу		Жылына
	Қор жағдайын визуалды тексеру	Минималды талап	Жылына
Қосалқы бөлшектер қоры	Қорды толықтыру	Минималды талап	Ай сайын

ҚОРЫТЫНДЫ

Күн энергетикасы саласы болашақ энергиясы деп айтуға толықтай келеді, себебі күн энергиясы сарқылмайды, кез-келген жерде қол жетімді, қоршаған ортаға зиянсыз. Бұл энергия көзінің дамуы өте-өте қарқынды түрде жүріп келеді. 20 жылдың ішінде сұраныс 300 есеге өсуі және құнының 40 жыл ішінде 220 есеге арзандауы осыны көрсетеді. Күн энергетикасында Қазақстан енді тәй-тәй басып келе жатқан жас сәбимен тең, себебі еліміздегі ең үлкен КЭС-сы небәрі 100 МВт, ал әлемде уже 10 000 МВт-тық КЭС-лары салынууда. Сондықтан көштен қалмас үшін жаңа технологияларды қолданып, барынша еліміздегі ЖЭК дамытуды басты назардың біріне алу қажет. Себебі қазіргі заманда әлем бойынша ең тапшы зат ол - су немесе ас емес, осы электр энергиясы болып табылады. Ал біз ол сұранысты дәстүрлі энергетикамен жабатын болсақ. Бүкіл ғаламшарды апатқа алып келуіміз мүмкін. Сондықтан ЖЭК-ін дамыту өте маңызды болып келеді.

Қазіргі таңда ЖЭК-ін дамыту мақсатында көптеген субсидиялар бөлініп, инвесторларды ынталандыру шаралары жасалынып жатыр. Бұл әрекеттер ЖЭК-ін дамытуға үлкен септігін тигізетін болады.

Қазақстандағы КЭС-ларына анализ жасау арқылы үш бірдей қуатты станциялардың қайсысы тиімді жұмыс жасап жатқанын анықталды. Ең тиімдісі Бурное-1 КЭС-і. Байқағанымыздай станциялар күннің радиациясы, күннің көзінің ашық болуына тікелей тәуелді. Дәлел: барлық КЭС-ларында жаз мезгілінде ең жоғарғы энергия өндіру көрсеткіштері болған. Болашақ КЭС соғуда оның максималды тиімді болуы үшін мына параметрлерге мән беру керек: климаттық жағдай, панельдердің орналасу бұрышы, бағыты; көлеңкеленуі; қардан тазалану; шаң басу, таза тұруы; панелдің құрамы; панель температурасының қызып кетуі; сол жердегі ауаның құрамы, лас немесе таза болуы, сым, инвертор және контроллердегі энергия шығындар.

Энергия өндіру шамасына айтарлықтай әсер ететін фактор панелдің орналасу бұрышы. Осыған байланысты зерттеуімде стационарлы, бір осьте және екі осьте қозғалатын күн панелдерінің энерго және экономикалық тиімділігін анықтадым. Зерттеу бойынша стационарлы кезге қарағанда бір осьті КП-і 29% жоғары энергия өндірсе екі осьті 33% пайызға жоғары энергия өндіреді. Бірақ бұл жүйелер қосымша 25% және 33% шығынға алып келетін болғандықтан. Бұл жүйелер тиімсіз болып келеді. Ал егер бізге көп энергия өндіру керек болса немесе парниктік газдардың шығарындыларын азайту керек болса – Бір осьті қозғалатын күн панелдерін қолдану тиімді. Сонымен қатар оларды дұрыс пайдалану өте маңызды. Оны әлемнің жетекші күн энергиясын өндірушілерінен үйреніп, өзіміздің климатқа түрлендіру керек.

Күн энергиясы — Болашақ энергиясы! Осыған орай елімізде күн энергетикасын дамытуымыз керек!

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Структура и состав оборудования фотоэлектростанций [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: https://studref.com/458886/tehnika/struktura_sostav_oborudovaniya_fotoelektrostant
- 2 Каратаев Марат, Кларк Мишель Л. Текущие энергетические ресурсы в Казахстане и будущий потенциал возобновляемых источников энергии: Обзор. Энергетическая процедура 2014; 59: 97-104. [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.354>
- 3 Виды и типы: схемы солнечных электростанций [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://best-energy.com.ua/support/alternative-energy/solar-type>
- 4 The world's largest solar power plants [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.pv-magazine.com/2021/09/09/the-worlds-largest-solar-power-plants/>
- 5 Семь крупнейших фотоэлектрических электростанций в мире [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <http://elektrik.info/main/fakty/1777-krupneyshiye-fotoelektricheskie-elektrostantsiyi-v-mire.html>
- 6 Partnership for Market Readiness. Kazakhstan's Emissions Profile 2014; <https://www.thepmr.org/country/kazakhstan-0>
- 7 Крупнейшие солнечные электростанции в мире [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://nag.ru/material/33394>
- 8 Список электростанций Казахстана [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://clck.ru/RNWrc>
- 9 Жаңартылатын энергия көздерін дамыту [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/activities/4910?lang=kk>
- 10 Перспективы развития солнечной энергетики Казахстана [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://alteco.in.ua/technology/solar-energy/perspektivy-razvitiya-solnechnoj-energetiki-kazakhstana>
- 11 Burnoye Solar – 1 [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://bs-1.kz/media/>
- 12 "Бурное Солар" [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: https://www.google.com/url?q=https://baigenews.kz/news/burnoe_solar-kak_elektrostantsiya_stala_proryvnyum_zelenym_proektom/ ;
- 13 СЭС Каскелен 50МВт в Казахстане [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.universalenergy.com/рус/projects/469>
- 14 MIT News. 2020. Explaining The Plummeting Cost Of Solar Power; <http://news.mit.edu/2018/explaining-dropping-solarcost-1120>
- 15 KEGOC.kz. Kazakhstan Electric Power Industry Key Factors | KEGOC. [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.kegoc.kz/en/power-industry/kazakhstanelectric-power-industry-key-factors>

16 Эксперт по заработной плате. Зарплата инженера-механика в Казахстане в 2019 году; [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.salaryexpert.com/salary/job/mechanicalengineer/kazakhstan>

17 Гарни Хасан З. Аль, Авастхи Анджали, Рамли Макбул Анвари. Оптимальное проектирование и анализ фотоэлектрических систем, подключенных к сети, в различных системах слежения с использованием HOMER. Преобразование энергии и управление ею 2018; 155:42-57. - Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890417310221?via%3Dihub>

18 Друри Исан, Лопес Энтони, Денхолм Пол, Марголис Роберт. Relative performance of tracking versus fixed tilt photovoltaic systems in the USA. Progress in Photovoltaics: Research and Applications 2013; 22: 1302-1315- Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/pip.2373>

19 Filik Tansu, Filik Ümmuhan Basaran. Efficiency Analysis of the Solar Tracking PV Systems in Eskisehir Region. Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik 2017; 18: 209-217. DOI: 10.18038/aubtda. 267116
<https://doaj.org/article/d96e1460dec34879816c252e3d3fa83a>

20 Еке Rustu, Senturk Ali. Сравнение производительности двухосевой системы слежения за солнцем и стационарной фотоэлектрической системы. Солнечная энергия 86: 2665-2672.- Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.06.006>

21 Ли Чун, Юй Вэйянь. Техничко-экономический сравнительный анализ автономных гибридных фотоэлектрических / дизельных / аккумуляторных и фотоэлектрических / аккумуляторных систем питания для домашнего хозяйства в Урумчи, Китай. Журнал о более чистом производстве 2016; 124: 258-265. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.002>

22 Khalid Anjum, Junaidi Haroon. Study of economic viability of photovoltaic electric power for Quetta–Pakistan. Renewable energy 2013; 50: 253-258. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.06.040>

23 Schneider Electric. Context Core XC series central inverters: XC 680. Technic specification 2014; <https://solar.schneiderelectric.com>

National Bank of Kazakhstan. Price Indices 2018. <http://www.nationalbank.kz/?docid=170&switch=english>

Ғылыми жетекшінің пікірі

Магистрлік диссертация
(Жұмыс түрлерінің атауы)

Калмен Нұрбек Батырұлы
(Оқушының аты-жөні)

7M071800 – Электротехника және электроэнергетика
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу»

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – кеткен КЭС-ларын энерготиімділікке талдау, энергия өндіруін арттыратын техникалық іс шараларды жасау (бір осьті және екі осьті трекер қойып энергия өндіруі қаншалықты артатынын анықтау, сонымен қатар оның қаншалықты тиімді екенін анықтау) және пайдалану бойынша техникалық іс шараларды әзірлеу.

Диссертацияда зерттеу жұмысының өзектілігі айқындалған, қойылған сұрақтар өз шешімін таба білген. Жұмыс практикалық жағынан да құнды және диссертация бойынша мақалада жарық көрген.

Жұмыс бойынша қысқаша шолу:

Жұмыстың бірінші бөлімінде КЭС-сы және оның түрлері, әлемдік және Қазақстандық күн электр станциялары, олардың даму тарихы және алдағы перспективалары жайында айтылды.

Жұмыстың екінші бөлімінде еліміздің ірі КЭС-ларын талдау жасалып, көрсеткіштері бойынша графиктері тұрғызылды және бір-бірімен салыстырып және энерготиімділікке есептелді. Олар: Бурное-1, Бурное-2, Қаскелен 50 МВт-тық күн электр станциялары.

Жұмыстың үшінші бөлімінде Бурное-1 КЭС-сын толыққанды энерго және экономикалық тиімділікке зерттелді. Бурное-1 КЭС-сын 3 түрлі жағдайда қарастырылды: стационар, бір осьті және екі осьті қозғалмалы жүйе арқылы. Сол арқылы қанша есе энергия өндіруі жоғарылайды, бағасы қаншаға артатыны және қайсысы тиімді екені анықталған.

Диссертациялық жұмысты орындау барысында магистрант теориялық және практикалық жағынан жоғары дайындығын көрсете білді. Жалпы диссертациялық жұмысқа «өте жақсы» (95%) баға беремін және магистрант 7M071800 – «Электротехника және электроэнергетика» мамандығы бойынша техника ғылымдарының магистрі дәрежесіне лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

техн.ғыл.канд., ассоц.профессор

Е. Хидолда

«05»

08

2022 ж.

СЫН-ПІКІР

Магистрлік диссертация

Калмен Нұрбек Батырұлы

7M07113 – «Электротехника және энергетика» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу

Өзерленген:

а) түсініктемелік жазба _____ бет

Диссертациялық жұмыс бойынша ескертулер

Бұл диссертациялық жұмыста, талданған тақырып өте өзекті және практикалық маңызы бар. Жұмыста Қазақстандық алпауыт Күн электр станциялары энерготиімділікке талданған, оларды пайдалану бойынша техникалық іс шараларын жасаған және Бурное-1 күн электр станциясын стационар, бір осьті және екі осьті Күнді қуалау режимдері бойынша оның көрсеткіштері қалай өзгеретінін анықтап жазған. Диссертация тақырыбы бойынша мақсаттар, міндеттер қойылып, зерттеу объектісі анықталған.

Жұмыстың бірінші бөлімінде КЭС-сы және оның түрлері, әлемдік және Қазақстандық күн электр станциялары, олардың даму тарихы және алдағы перспективалары жайында айтылды.

Жұмыстың екінші бөлімінде еліміздің ірі КЭС-ларын талдау жасалып, көрсеткіштері бойынша графиктері тұрғызылды және бір-бірімен салыстырып және энерготиімділікке есептелді. Олар: Бурное-1, Бурное-2, Қаскелен 50 МВт-тық күн электр станциялары.

Жұмыстың үшінші бөлімінде Бурное-1 КЭС-сын толыққанды энерго және экономикалық тиімділікке зерттелді. Бурное-1 КЭС-сын 3 түрлі жағдайда қарастырылды: стационар, бір осьті және екі осьті қозғалмалы жүйе арқылы. Сол арқылы қанша есе энергия өндіруі жоғарылайды, бағасы қаншаға артатыны және қайсысы тиімді екені анықталған.

Ғылыми жұмыстың құрылымы сауатты ұйымдастырылған, нақты логикалық рәсімделген, ғылыми стильде қажетті дәрежеде нақтыланып, мәтін қосымша кіріспе сөздермен ауыратпай жазылған. Жұмыста тұжырымдалған қорытындылар жеткілікті негізделген және практикада қолданылуы мүмкін. Рецензияланатын жұмыс мемлекеттік стандарт талаптарына толық жауап береді, қойылған мәселе жоғары деңгейде ашады және осы мәселенің шешімін көрсетеді.

Жұмыс бойынша ескертулер:

- 1) Қолданыстағы КЭС-ті пайдалану бойынша қандай олқылықтар орын алған және оны ағымдық жағдайда қалай түзеуге байланысты ұсыныстар келтірілмеген.
- 2) КЭС-те өндірілетін электр энергияны алдын ала болжамдау бойынша шешімдер немесе ұсыныстар келтірілмеген.

Диссертациялық жұмыстың бағасы

Диссертациялық жұмыс, аталған кемшіліктерге қарамастан «өте жақсы» (95%) баға орындалған. Магистрант Калмен Н.Б. 7M07113 – «Электротехника және энергетика» білім беру бағдарламасы бойынша академиялық «магистр» атағына лайық деп санаймын.

Пікір беруші

АЭЖБУ ЭМЖЭЖ кафедрасының профессоры,

техника ғылымдарының докторы

П.И. Сагитов

« 9 » 2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калмен Нұрбек Батырұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 9

Знаки из других алфавитов: 7

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:

2022-06-07

Дата



Заведующий кафедрой "Инженерика"
Сарсембаев ЕА.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калмен Нұрбек Батырұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Күн электр станциясын тиімділікке талдау және пайдалану бойынша техникалық шараларды әзірлеу

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 9

Знаки из других алфавитов: 7

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:

2022-06-07

Дата



Заведующий кафедрой «Техника»
Сарсебайев Е.А.