

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

Арыстанбаев Нұрсанат Сакенұлы

Күн электр станциясының көмегімен автономды нысанды
электрмен жабдықтау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

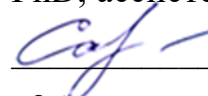
Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Сарсенбаев Е.А.

«06» маусым 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Күн электр станциясының көмегімен автономды нысанды электрмен жабдықтау»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған: Арыстанбаев Н.С.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.канд., ассоц.профессор

 Хидолда Е.

«05 » маусым 2020ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«27» қаңтар 2020 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Арыстанбаев Нурсанат

Тақырыбы Күн электр станциясының көмегімен автономды нысанды электрмен жабдықтау

Университет ректорының 27.01.2019 ж. № 672-6 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2020 жылғы 1-ші маусым

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері Күзеттік ғимаратқа жататын электр қабылдағыштар.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

А) Автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемесін есептеу;

Б) Күн электр станциясының қуатын есептеу.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)




Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атау

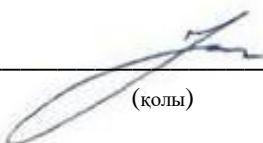
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемесін есептеу	10.03.20 – 25.04.20 ж.	жоқ
Күн электр станциясының қуатын есептеу	25.03.20 – 15.05.20 ж.	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемесін есептеу	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	05.06.20ж.	
Күн электр станциясының қуатын есептеу	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	05.06.20ж.	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	06.06.20ж.	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

/Е.Хидолда/

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

/Н.С.Арыстанбаев/

Күні «10» наурыз 2020 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста ұлттық қорықта орналасқан күзеттік ғимаратты күн электр станциясының көмегімен электрмен жабдықтау қарастырылған. Нысандағы электр қабылдағыштар бойынша жүктеме есептелді. Өртүрлі жыл мезгілдері және тәуліктегі жүктеме өзгерісі бойынша тұтыну графигі тұрғызылды. Осы нысанға қорек көзі ретінде Күн электр станциясы таңдалып, оның келесідей элементтері есептелді: фотоэлектрлік модульдер, олардың саны мен типі, орналасуы, сонымен бірге инвертор, контроллер, аккумуляторлық батареялар. Қысқа тұйықталу схемасы тұрғызылып, электр аппараттары мен кабельдер таңдалды.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе выполнен расчет электроснабжения с помощью солнечной электростанции сторожевого здания, расположенного в национальном парке. Рассчитана электрическая нагрузка потребителей, построен график изменения нагрузки в зависимости от сезона года и от суточного изменения потребления. Для обеспечения электроснабжения выбрана солнечная электростанция, выбраны следующие ее элементы: фотоэлектрические модули, инвертор, контроллер, аккумуляторные батареи. Построена схема короткого замыкания, выбраны электрические аппараты и кабели.

ANNOTATION

In the thesis, the calculation of electricity supply using the solar power station of the guard building located in the national park was performed. The electric load of consumers was calculated, a schedule of load changes depending on the season of the year and on the daily change in consumption was built. To ensure power supply, a solar power station was selected, its following elements were selected: photovoltaic modules, inverter, controller, batteries. A short circuit diagram has been built, electrical devices and cables have been selected.

Мазмұны

	Кіріспе	7
1	Автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемені есептеу	8
1.1	Дипломдық жобаға басты мәліметтер	8
1.2	Жасанды жарықтандыруды есептеу	10
1.3	Электр энергиясын тұтынуды есептеу	13
2	Күн электр станциясының қуатын есептеу	19
2.1	Күн электр станциясының жұмыс режимдерін есептеу	19
2.2	КЭС ФЭМ түрін, санын және орналасуын анықтау	20
2.3	Аккумуляторлық батареяны таңдау	25
2.4	Контроллерді таңдау	29
2.5	Инверторды таңдау	30
2.6	Қысқа тұйықталу токтарын есептеу	31
2.7	Электр аппараттарын таңдау	34
	Қорытынды	36
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Электр энергиясы, энергияның маңызды түрлерінің бірі. Бүгінде онсыз қазіргі адамның өмірі мен қызметін елестету мүмкін емес. Адамның өмір сүруі үшін қолайлы жағдайлар ғана емес, сонымен қатар өндірістің, ғылым мен техниканың барлық салаларының дамуы оның санына (өндірісіне) байланысты. Қазіргі уақытта дәстүрлі энергия көздерімен қатар дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздері қолданылады. Бұл, әсіресе, экологиялық таза аудандарда, қоршаған ортаға теріс әсерінен энергияны пайдалану мүмкін емес жерлерде, сондай-ақ дәстүрлі энергия көздерін пайдалану экономикалық тұрғыдан мүмкін емес немесе басқа себептермен шалғай орналасқан нысандарда.

Бұл жұмыстың мақсаты – Сайрам-Ұғам ұлттық қорығында орналасқан күзеттік ғимараттың электр тұтынушыларын Күн энергиясының көмегімен коректендіруді есептеу.

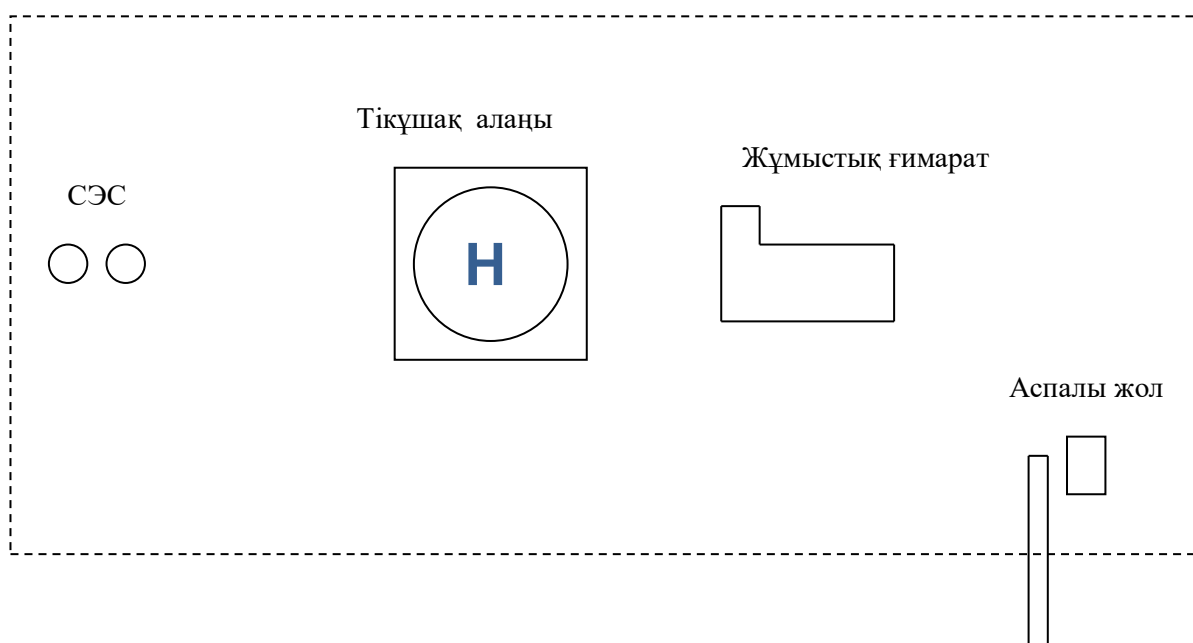
Жұмыста шешілетін міндеттер: жаңартылатын энергия көздері негізінде электрмен жабдықтау жүйесін дамыту, берілген жағдайда күн электр станциясын пайдалануды салыстыру және талдау.

1 Автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемені есептеу

1.1 Дипломдық жобаға басты мәліметтер

Сайрам-Ұғам мемлекеттік ұлттық қорығында орналасқан күзеттік ғимараттың құрамына жұмыстық үй пен тікұшақ алаңы кіреді. Электрмен жабдықтауды күн электр электр станциясының көмегімен жобалау жоспарланған.

Күзеттік ғимараттың жоспары 1-суретте келтірілген.



1-сурет – Күзеттік ғимараттың жоспары

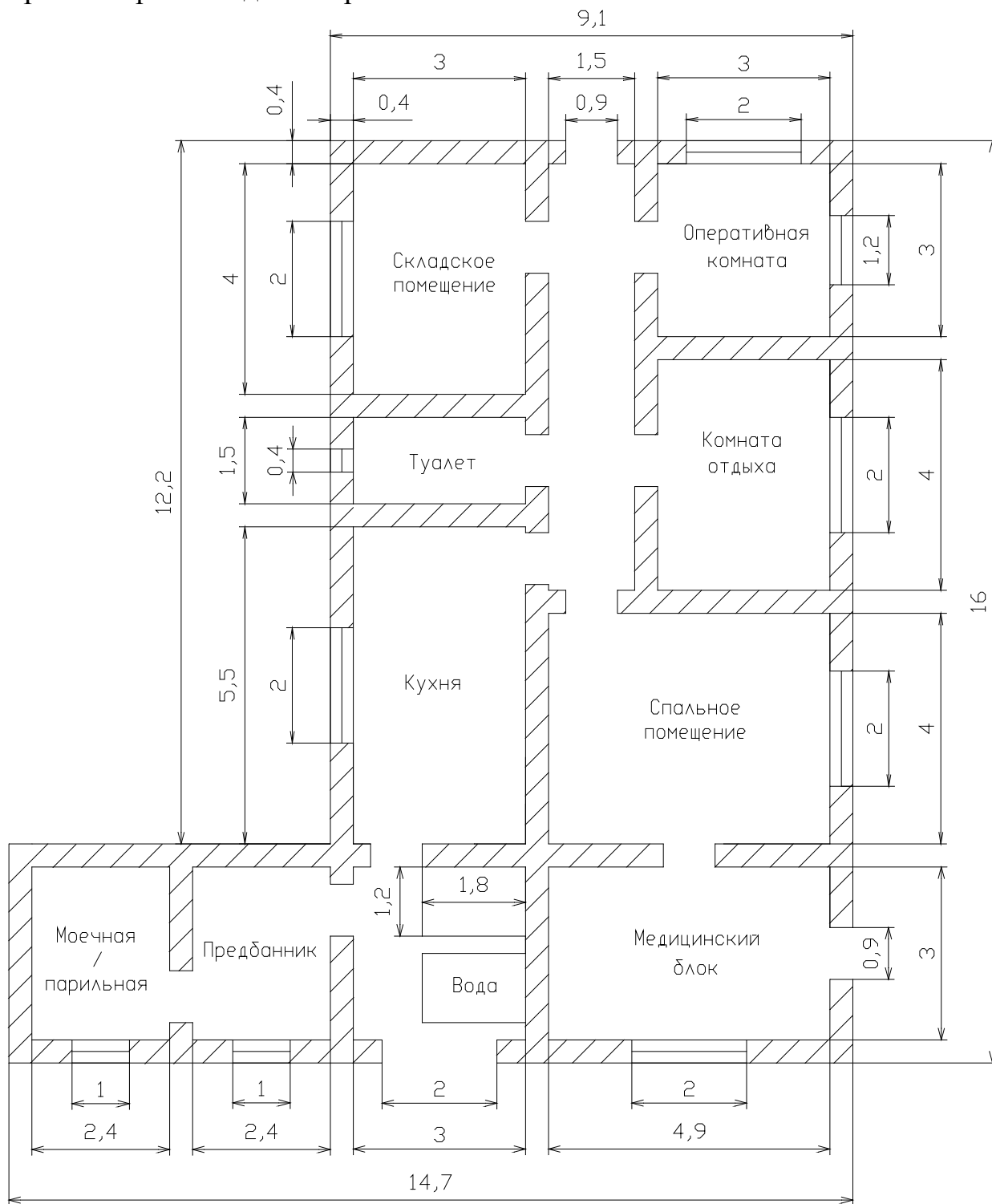
Жұмыс персоналының жұмысқа шығу режимі вахталық (бір апта), тәулік бойы және жыл бойы. Оларға мыналар кіреді: құтқарушылар, қорықшылар. Бір мезетте барлығы 4-6 адам бірге болады. Қызмет етуші персоналдардың атқаратын міндеттері: экологиялық және көшкін түсу жағдайын бақылау, құтқару қызметін координациялау, аумақты күзету.

Осыған байланысты, ғимаратта келесідей бөлмелер болуы керек:

- жедел әрекет ету бөлмесі;
- демалыс бөлмесі;
- ұйықтайтын бөлме;
- ас үй;
- медициналық блок;
- суы бар резервуар орналасқан бөлме;
- монша;
- дәретхана;
- қоймалық бөлме.

Жұмыс ғимаратының жалпы көрінісі 2-суретте, ал ондағы электрлік

жүктемелер 1-кестеде келтірілген.



2-сурет - Жұмыс ғимаратының жалпы көрінісі

Күзеттік ғимарат орналасқан аумақ қорықтық зонада орналасқандықтан, дизельдік электр станция қолданылуға тыйым салынған. Себебі, мұндай жерде зиянды қалдықтарды шығаруға болмайды жәнеде шикізатты сақтауға арналған резервуар да жоқ. Сондықтан, электрмен жабдықтау СЭС және аккумуляторлық батареядан тікелей жүргізілуі қажет.

1-кесте – Нысандағы қабылдағыштардың электрлік жүктемелері

ЭҚ аталуы	Саңы	P _м , кВт	P _Σ , кВт	Cos φ	t _{раб} , сағ		Тұтыну кВт/сағ		Класс
					Қыс	Жаз	Қыс	Жаз	
Стационарлық радиостанция	1	0,014 / 0,166	0,014 / 0,166	1	24 / 3	24 / 3	0,34 / 0,5	0,34 / 0,5	1
Рация үшін зарядтау құрылғысы	6	0,003	0,018	1	6	6	0,108	0,108	2
Ғарыштық байланыс жүйесі	1	0,05	0,05	1	0,5	0,5	0,025	0,025	1
Лезде хабарлама беру жүйесі	1	0,2	0,2	1	1	1	0,2	0,2	1
Карбонды қыздырғыш (450 Вт)	5	0,45	2,25	1	24 / 2,25	4 / 0,45	54	1,8	1
Карбонды қыздырғыш (450+450 Вт)	1	0,45	0,45	1	8	0	3,6	0	3
Телевизор	1	0,065	0,065	0,9	8	7	0,58	0,51	3
Үтік	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Тоңазытқыш	1	0,05	0,05	0,75	24	24	1,6	1,6	1
Шәйнек	1	2	2	1	1	1	2	2	3
Электр/газ плита	1	1	1	1	3	3	3	3	1
Су қыздырғыш	1	0,5	0,5	1	9	3	4,5	1,5	2
Тікұшақ алаңына жарық беру шамы	4	0,2	0,8	0,8	1	0,5	1	0,5	1

1.2 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жұмыстық ғимаратты жарықтандыруда келесідей есептеулер жүргіземіз: жатын бөлмелері үшін жасанды жарық беруді үш әдіс бойынша есептейміз (жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісі арқылы; меншікті қуатты есептеу арқылы; нүктелік әдіспен), ал қалған бөлмелер үшін есептеулер тек, жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісі арқылы жүргізіледі.

Жатын бөлмесі:

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісі бойынша:

Әрбір шамнан шығатын жарық ағынының шамасын есептейміз:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot S}{N \cdot \eta}, \quad (1)$$

мұндағы $E_{\min} = 150$ лк – осы бөлмеге арналған минималды жарықтандыру;

$K_3 = 1,3$ – қор коэффициенті;

$S = 19,6 \text{ м}^2$ – бөлменің ауданы;

$N = 1$ – шам саны (есептеулерді жеңілдету үшін, бөлменің ортасында орналасқан үш тең шамдар баламасын аламыз);

η – жарық ағынын пайдалану коэффициенті.

Жарық ағынын пайдалану коэффициентін анықтау үшін бөлменің индекcін есептейміз:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_p \cdot (a + b)}, \quad (2)$$

мұндағы a және b – бөлменің ені мен ұзындығы;

H_p – есептеме жүргізілетін беттен шамдалдың іліну биіктігі.

$H_p = 2,5 - 0,5 - 0,5 = 1,5 \text{ м}$

$0,5 \text{ м}$ – жұмыс беткейінің еден деңгейінен биіктігі;

$0,5 \text{ м}$ – шамдалдан қиылысқа дейінгі қашықтық.

$$\varphi = 4 \cdot 4,9 / 1,5 \cdot (4 + 4,9) = 1,47$$

Бөлменің индекcі бойынша анықтаймыз: $\eta = 0,45$; $p_n = 70$; $p_c = 50$; $p_p = 10$.

$\Phi_{\text{расч}}$ шамасын анықтаймыз:

$$\Phi_{\text{расч}} = 150 \cdot 1,3 \cdot 19,6 / 1 \cdot 0,45 = 8493 \text{ лм}$$

Бөлменің ортасында орналасқан баламалық 3 шамды қабылдаймыз, сондықтан әр шамға келетін жарық ағыны $\Phi_{\text{расч}} = 2831 \text{ лм}$.

Осы ағын бойынша Б 215–225–200 қыздыру шамын таңдаймыз, оның параметрі келесідей: $\Phi = 2920 \text{ лм}$, $P = 200 \text{ Вт}$, $U = 220 \text{ В}$.

Есептелген жарық ағыны мен таңдалған шамның жарық ағыны арасындағы ауытқушылықты анықтаймыз:

$$(2920 - 2831) / 2920 = 0,03 = + 3\%$$

Таңдалған шам ауытқушылық шартын қанағаттандырады -10 ; $+ 20\%$.

Меншікті қуат әдісі бойынша тексеруді жүргіземіз:

Осы типтегі шам үшін меншікті қуат шамасы: $P_{\text{уд}} = 3 \text{ Вт/м}^2$

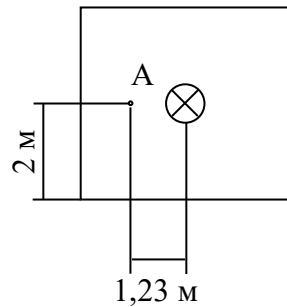
Шамдардың қосындылық қуатын анықтаймыз:

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{уд}} \cdot S = (3 \cdot 3) \cdot 4 \cdot 4,9 = 176,4 \text{ Вт}$$

Бір шамның қуатын анықтаймыз:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{уст}} / N = 176,4/1 = 176,4 \text{ Вт}$$

Таңдалған шамның қуаты 200 Вт болғандықтан, шам дұрыс таңдалған..
Нүктелік әдіс бойынша тексеру жүргіземіз (3-сурет):
Бөлмедегі шамдардың орналасуы:



3-сурет - Нүктелік әдіс бойынша жарықтандыруды есептеу

А нүктесіндегі жарықтандыруды анықтаймыз:

Бір шамдалдан алынатын жарықтандыру деңгейі келесідей анықталады:

$$e_{\Gamma} = (I\alpha \cdot \cos^3 \alpha) / h^2, \quad (3)$$

мұндағы $h = 1,5$ – жұмыс беткейінен іліну биіктігі.

А нүктесінен шамдалға дейінгі ара қашықтық – $d = 1,23$ м.

α_1 бұрышын анықтасақ:

$$\text{tg } \alpha_1 = d/h = 1,23/1,5; \quad \alpha_1 = 40^\circ$$

Жарық күші I^α берілген α_1 бұрыш бойынша мынаған тең $I^\alpha_1 = 91$ кд.

Табылған мәндер бойынша $e_{\Gamma 1}$ жарықтандыруды анықтасақ:

$$e_{\Gamma} = \frac{(91 \cdot \cos^3 40)}{1,5^2} = 18,2 \text{ лк}$$

$$\Sigma e_{\Gamma} = 3 \cdot 18,2 = 54,6 \text{ лк.}$$

Жарық ағынын анықтаймыз:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot E_{\text{min}} \cdot K}{\mu \cdot \Sigma e_{\Gamma}} = 1000 \cdot 150 \cdot 1,3 / 1,2 \cdot 54,6 = 2976 \text{ лм}, \quad (4)$$

$\mu = 1,2$ – жарық ағынының шағылысқан құраушысын ескеретін коэффициент.

Қалған бөлмелерді үшін есептелу осы әдістеменен жүргізілді, нәтижесін 2-кестеге енгіземіз.

2– кесте – Жасанды жарықтандыруды есептеудегі жарық техникалық мәндерінің нәтижесі

Бөлменің аталуы	Бөлменің ұзындығы, м	Бөлменің ені, м	Бөлменің биіктігі, м	Шамдал саны	Қор коэффициенті	Нормаланған жарықтандыру	Шамның жарық ағыны	Шамның қуаты	$\Phi_{расч}$ пайдалану коэффициенті бойынша
Жатын бөлмесі	4,9	4	2,5	3	1,3	150	2920	200	2831
Медициналық блок; ас үй; демалыс бөлмесі	4,9	3	2,5	3	1,3	150	2100	150	1950
Жедел әрекет ету бөлмесі	3	3	2,5	1	1,3	150	2920	200	2974
Қойма	3	4	2,5	1	1,2	100	2920	200	2769
Дәретхана	3	1,5	2,5	1	1,2	75	715	60	653
Су толтырылған резервуарға арналған бөлме, монша алдындағы бөлме, жуыну/монша	3	3	2,5	1	1,2	75	1390	100	1372
Коридор	7,4	1,5	2,5	3	1,2	100	715	60	728

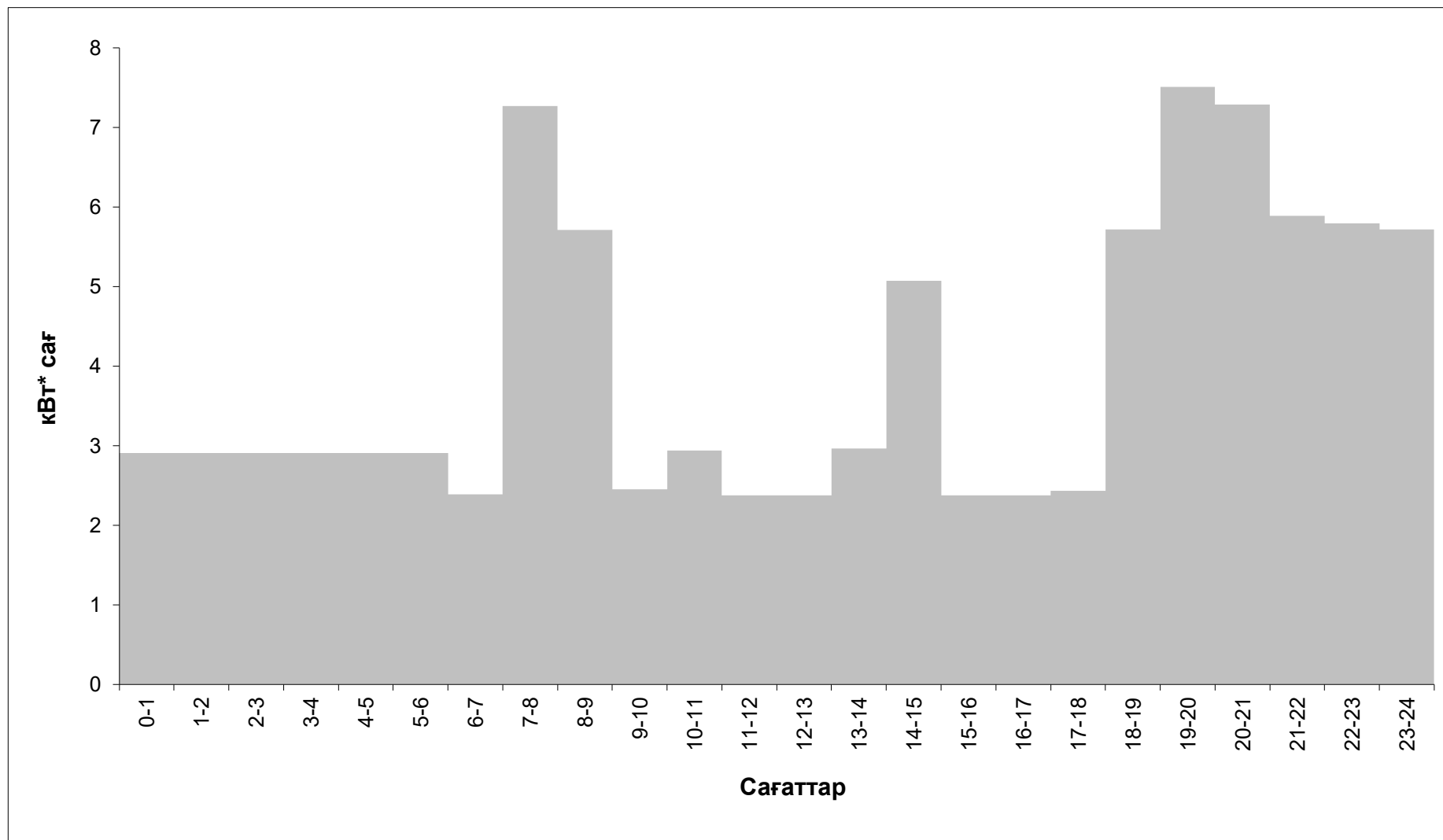
1.3 Электр энергиясын тұтынуды есептеу

Барлық тұтынушылардың электр энергиясын тұтынуын қысқы және жазғы мезгілдердегі сағаттар бойынша 3-кестеге енгіземіз.

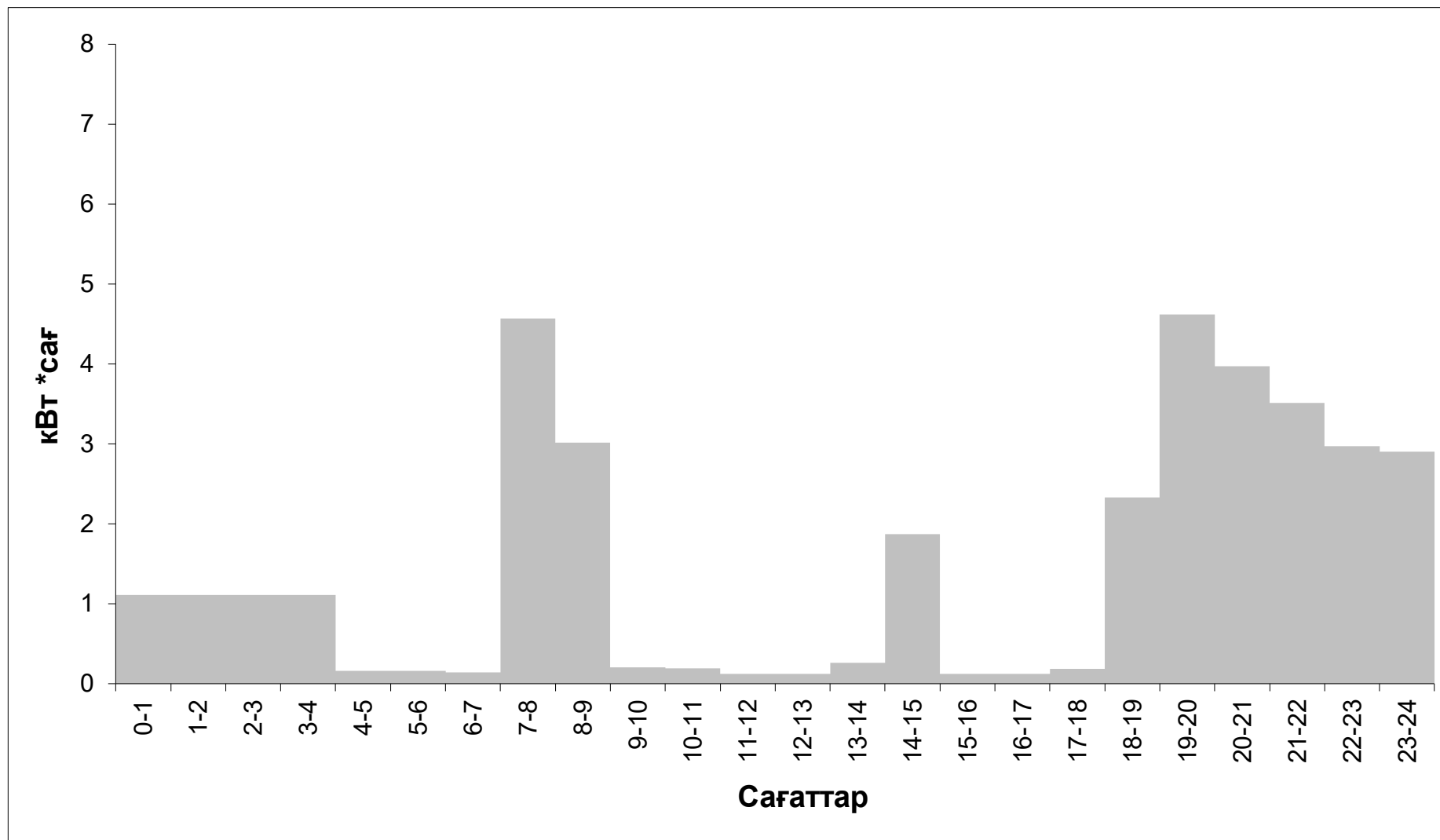
Мәліметтер бойынша электр энергиясын тәуліктегі тұтынудың қыс және жаз мезгіліндегі графигін (4, 5 - суреттер), тәуліктегі электр энергиясын тұтынудың біріктірген графигін (6 - сурет) және жүктеменің жылдық графигін (7 - сурет) тұрғызамыз.

**3–Кесте – Электр энергиясын тәулік сағаттары бойынша тұтынудың жиынтығы
(қыс және жаз айлары бойынша) кВт·сағ**

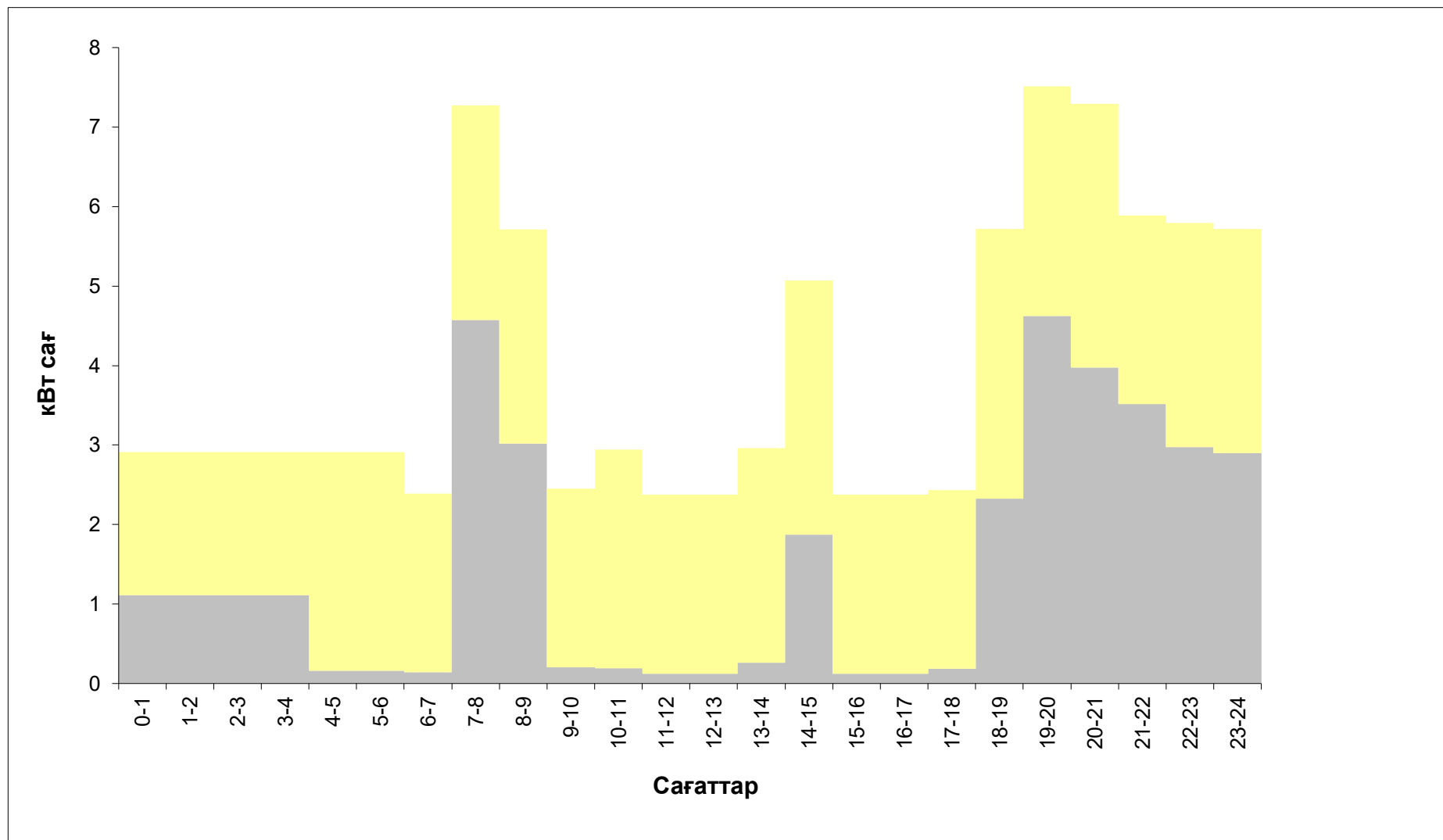
Қыс айлары бойынша												
Сағаттар	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Электр энергиясының тұтынуы	2,909	2,909	2,909	2,909	2,909	2,909	2,391	7,271	5,715	2,453	2,94	2,373
Сағаттар	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Электр энергиясының тұтынуы	2,373	2,962	5,074	2,375	2,375	2,435	5,728	7,623	7,392	5,91	5,82	5,62
Жаз айлары бойынша												
Сағаттар	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Электр энергиясының тұтынуы	1,11	1,11	1,11	1,11	0,16	0,16	0,142	4,57	3,02	0,202	0,190	0,124
Сағаттар	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Электр энергиясының тұтынуы	0,124	0,26	0,87	0,123	0,123	0,182	2,329	4,622	3,98	3,516	2,972	2,90



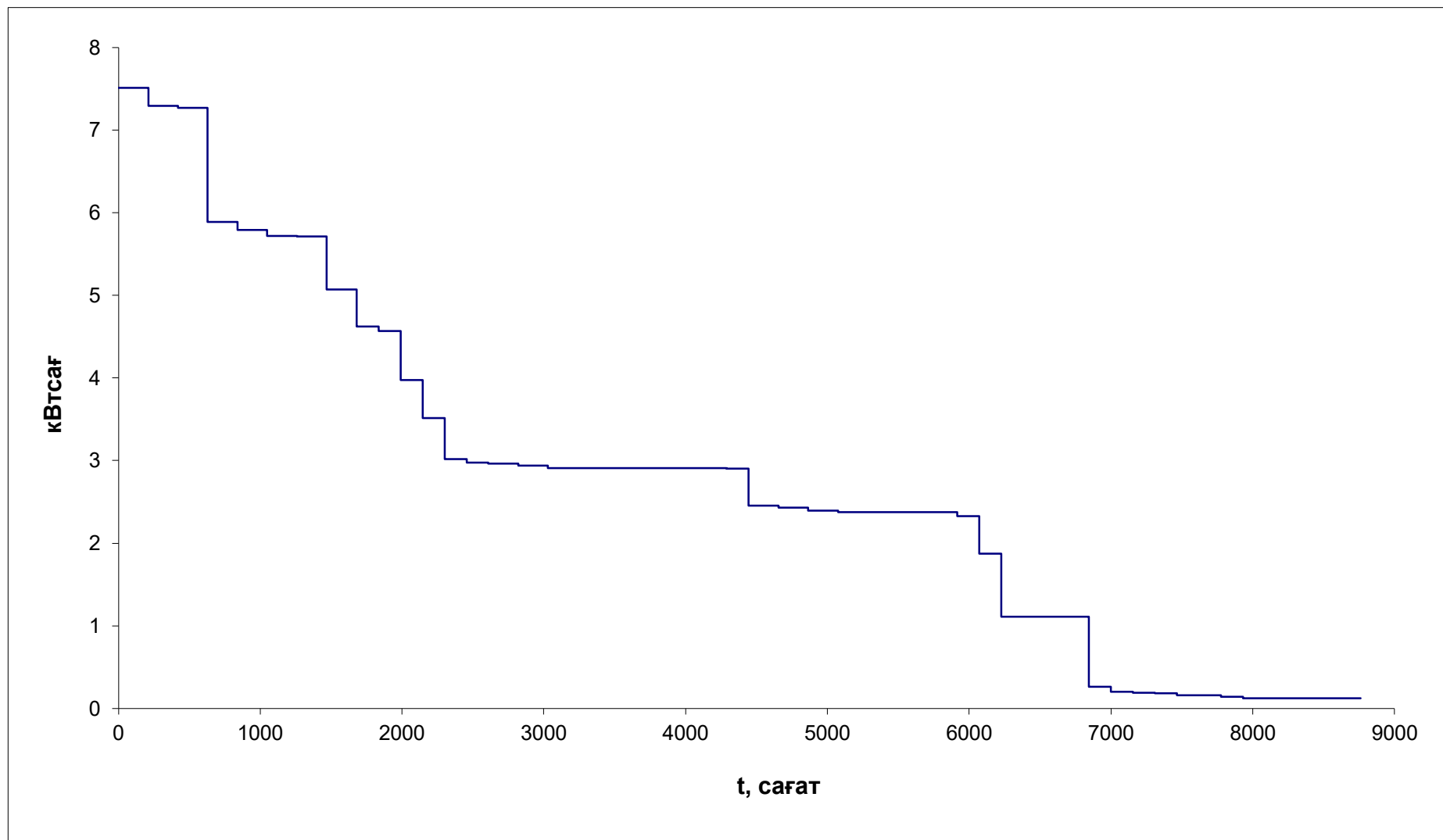
4- сурет – Электр энергиясын тәуліктегі тұтыну графигі (Қыс)



5- сурет – Электр энергиясын тәуліктегі тұтыну графигі (Жаз)



6 - сурет – Тәуліктегі электр энергиясын тұтынудың біріктірген графигі (сары түспен қыс, сұры түспен жаз айлары бойынша)



7- сурет – Жүктеменің жылдық графигі

2 Күн электр станциясының қуатын есептеу

1.2 Күн электр станциясының жұмыс режимдерін есептеу

Қарастырылып отырған автономды нысанды электр энергиясымен жабдықтау үшін күн электр станциясын жобалаймыз. Ол үшін фотоэлектрлік модульдің жұмыс режимін есептеу керек (жылдық және мезгілдік).

Алдымен осы жерге сәйкес күн радиациясын анықтаймыз (4-кесте).

4-кесте – Күн радиациясының меншікті шамасы

Айлар	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Қараша	Желтоқсан
кВт*сағ/кв.м (күніне)	1,17	2,19	3,54	4,49	5,1	5,54	5,42	4,74	3,36	2,16	1,28	0,85

Кестеден КЭС-ті пайдаланудың тиімді мерзімі наурыздан қыркүйек айларына дейін жалғасатынын, ал минималды электр энергиясын өндіру қазанна ақпан айларына дейін жалғасатынын көреміз. Күн сәулесінің түсуі 1700-2100 сағат кұрайды.

Бір айдағы және жыл бойындағы күн сәулесінің түсуін есептеп, 5-кестеге толтырамыз.

5-кесте – Айлық және жылдық күн инсоляциясы

Айлар	$E_{\text{менш}}$, кВт*сағ/м ² (күніне)	$n_{\text{ак}}$, күндер	$E_{\text{ай}} = E_{\text{менш}} * n_{\text{ак}}$, кВт*сағ/м ²
Қаңтар	1,17	31	36,27
Ақпан	2,19	28	61,32
Наурыз	3,54	31	109,74
Сәуір	4,49	30	134,7
Мамыр	5,1	31	160,27
Маусым	5,54	30	166,2
Шілде	5,42	31	168,02
Тамыз	4,74	31	146,96
Қыркүйек	3,36	30	100,8
Қазан	2,16	31	66,96
Қараша	1,28	30	38,4
Желтоқсан	0,85	31	26,35
Барлығы		365	1215,97

1.1 КЭС ФЭМ түрін, санын және орналасуын анықтау

2.2.1 ФЭМ түрін таңдау

Күн элементтері үш типті - монокристалды, поликристалды және аморфты немесе микроморфты. Деректер айырмашылықтары энергия түрлендірудің тиімділігі, формасы, материал бойынша элементтерді өңдеу.

Монокристалды ұяшықтарда құру кезінде құрылымы бойынша біртекті кремний кристалдары қолданылады.

Ұяшықтардың екінші түрінде әртүрлі құрылымы бар кремний кристалдары қолданылады.

Үшінші жағында қаңқасы жоқ және олар бетіне жабыстырылған пленка түрінде жасалған. Мұндай модульдер кремнийдің аз шығынынан ең арзан болып табылады.

Кристалдардың құрылымы энергия түрлендірудің жалпы тиімділігіне әсер етеді.

Сондықтан, бұл модуль поликристалды модульмен бірдей саны бойынша энергия өндіруді қамтамасыз етуге қабілетті, бірақ панельдің өз көлемі едәуір аз. Бірақ монокристалды панельдердің құны да жоғары.

Қазан айынан ақпан айына дейін төменгі инсоляцияға байланысты, 5-кестеге сәйкес, монокристалды ФЭМ таңдауына тоқталайық.

2.2.2 ФЭМ санын анықтау

Күн батареяларының қуатын есептеу оларды дұрыс таңдау және СЭС электр энергиясының қажетті мөлшерімен қамтамасыз ету үшін қажет. Күн батареяларының ауданын есептеу, м:

$$S_{\text{СЭС}} = P_{\text{жук}} / P_{\text{фэм}}, \quad (5)$$

мұндағы $P_{\text{жук}}$ - есептелетін жалпы жүктеме;

$P_{\text{фэм}}$ - таңдалатын ФЭМ қуаты.

Әрбір нысанның есептелу қуатын ұлғайтамыз. Сымдар, күн контроллері мен инвертордағы шығындарға байланысты, сондай-ақ жүктеменің ұлғаюы және пайдалану кезінде ФЭМ тиімділігінің біртіндеп елеусіз төмендеуін ескеріп 20% - ға жоғары аламыз.

Сонда

$$P_{\text{жук}} = 1,2 * P_{\text{ес.жук}} = 1,2 * 4200 = 5040 \text{ Вт} \quad (6)$$

ФЭМ орташа қуатын анықтаймыз:

$$P_{фэм.ор} = P_{фэм} * \eta = 1000 * 0,17 = 170 \text{ Вт}$$

мұндағы 0,17 – монокристаллды ФЭМ орташа ПӘКі.

Есептелген қуатқа жақын келетін СНН200-72М ФЭМ таңдап аламыз (6-кесте).

6-кесте - СНН200-72М энергетикалық сипаттамалары

Өлшемі, мм	Кернеуі, В	Қуаты, Вт	Салмағы, кг	Қ.т.т., А	Бос жүріс кернеуі, В	ПӘК, %
1580x808x35	24	200	16	5,8	38,8	18,31

Сонда КЭС ауданы:

$$S_{сэс} = 5040/170 = 29,7 \text{ м}^2$$

ФЭМ санын анықтаймыз:

$$N_{сэс} = S_{сэс} / S_{фэс} = 29,7/1,27 = 23,3 \text{ дана} \quad (7)$$

Алынған шаманы жуық жұп бүтін санға келтіреміз: 24 дана. Сонымен КЭС ФЭМ номинал қуаты:

$$P_{сэс} = N_{сэс} * P_{фэс} = 24 * 200 = 4800 \text{ Вт}$$

Күн батареясы өндіретін электр энергиясы ауа-райы мен рельефтің жағдайына байланысты. 5-кестеден бізді қызықтыратын кезең үшін күн радиациясының мәнін алып, оны 1000-ға бөлсек, біз шектік сағаттар деп аталатын шаманы табамыз, яғни күн 1000 Вт/м² қарқындылықпен жарқырайтын шартты уақыт.

Таңдалған мерзімде КЭС қуаты келесі кВт/сағ энергиясын өндіреді:

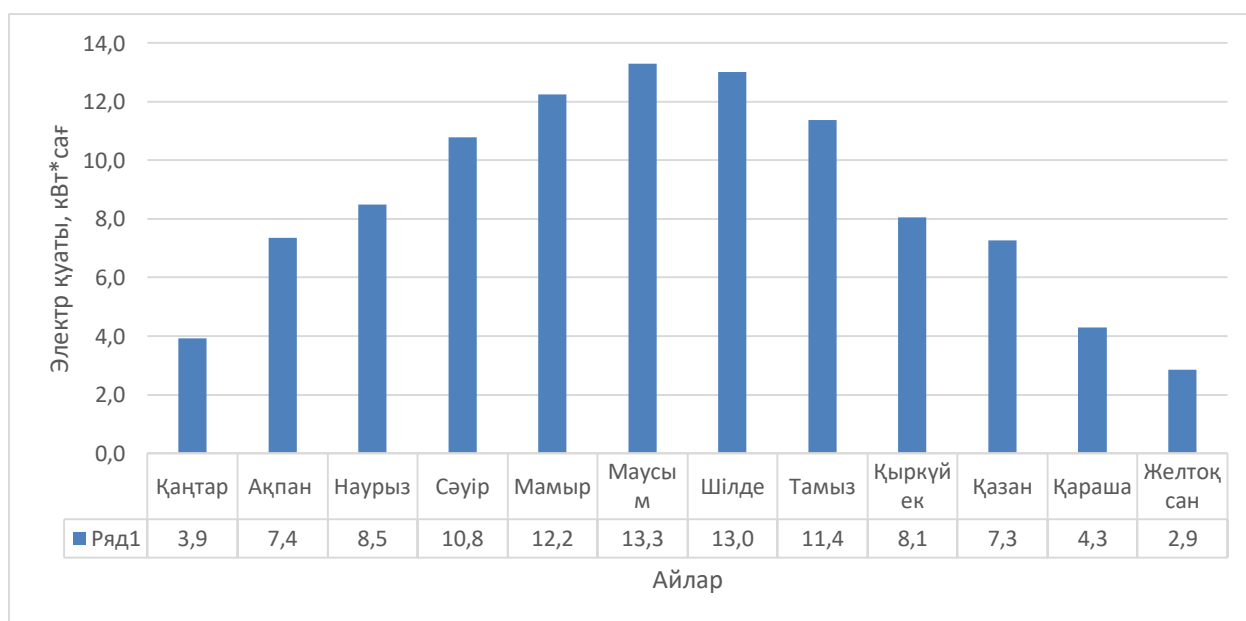
$$W_i = k_i \cdot E_{yди} \cdot P_{сэс} / 1000 \quad (8)$$

k - жазғы және қысқы кезеңдерде сәйкесінше 0,5 және 0,7 коэффициент. Ол күн сәулесімен қыздырылған кезде күн батареяларының қуатын жоғалтуды түзетеді, сонымен қатар күн ішінде модульдердің бетіндегі сәулелердің бейімділігін ескереді. Оның қыста және жазда маңыздылығының айырмашылығы қыс мезгілінде элементтердің аз қызуына байланысты.

Есептелу нәтижесі 7-кестеде келтіріліп, 8 – суретте графигі суреттелді.

7-кесте – КЭС-тің ай бойынша энергияны өндіру кестесі

Айлар	$E_{менш}$, кВт*сағ/м ² (күніне)	КЭС-тегі өндіру, кВт*сағ
Қаңтар	1,17	3,9
Ақпан	2,19	7,4
Наурыз	3,54	8,5
Сәуір	4,49	10,8
Мамыр	5,1	12,2
Маусым	5,54	13,3
Шілде	5,42	13,0
Тамыз	4,74	11,4
Қыркүйек	3,36	8,1
Қазан	2,16	7,3
Қараша	1,28	4,3
Желтоқсан	0,85	2,9



8-сурет – Электр энергиясының айлар бойынша есептік өндірілу графигі

Сонымен, графиктен кей айларда, әсіресе желтоқсан, қаңтар, қараша айларында КЭС-тегі электр энергиясын өндіру минималды болатынын көреміз. Сол себептен, нысанның қалыпты жұмыс істеуі үшін аккумуляторлық батаерялар арқылы энергияны сақтаймыз.

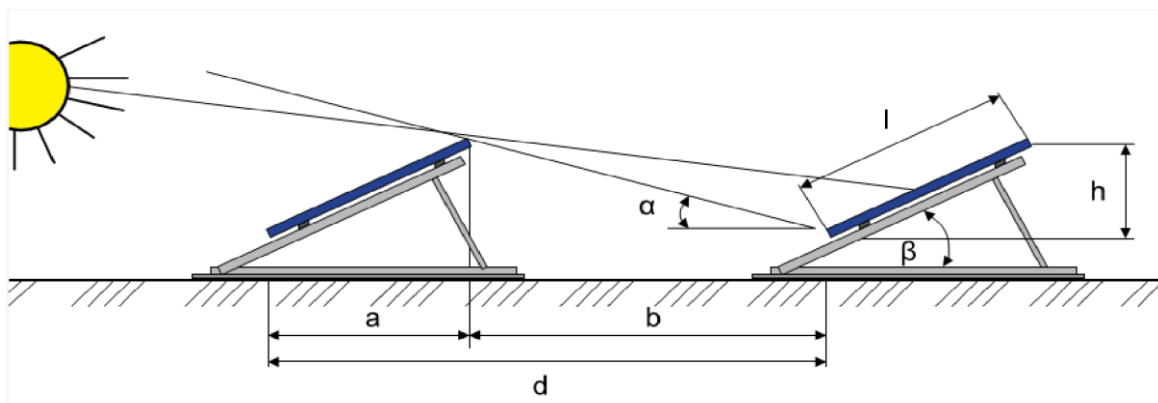
Ал көктемгі-жаз айларындағы артық энергияны желіге қайта беруге болады.

2.2.3 КЭС ФЭМ орналасуын таңдау

ФЭМ-ге түсетін энергия ағынының тығыздығы күн сәулесінің ағынының тығыздығына ғана емес, сонымен бірге модуль мен Күн арасындағы бұрышқа да тәуелді болады - оны p бұрышы деп атайық. Сіңетін бет пен күн радиациясы бір-біріне перпендикуляр болған жағдайда, сәуле ағынының тығыздығы максималды болады. Бұл бұрыш өзгерген сайын радиациялық ағынның тығыздығы төмендейді. Көлбеу модульге параллель радиациялық компонент шағылысады. Жоғарыда айтылғандай, ұлттық парктің аумағы солтүстік ендікте 53° градус жерде орналасқан.

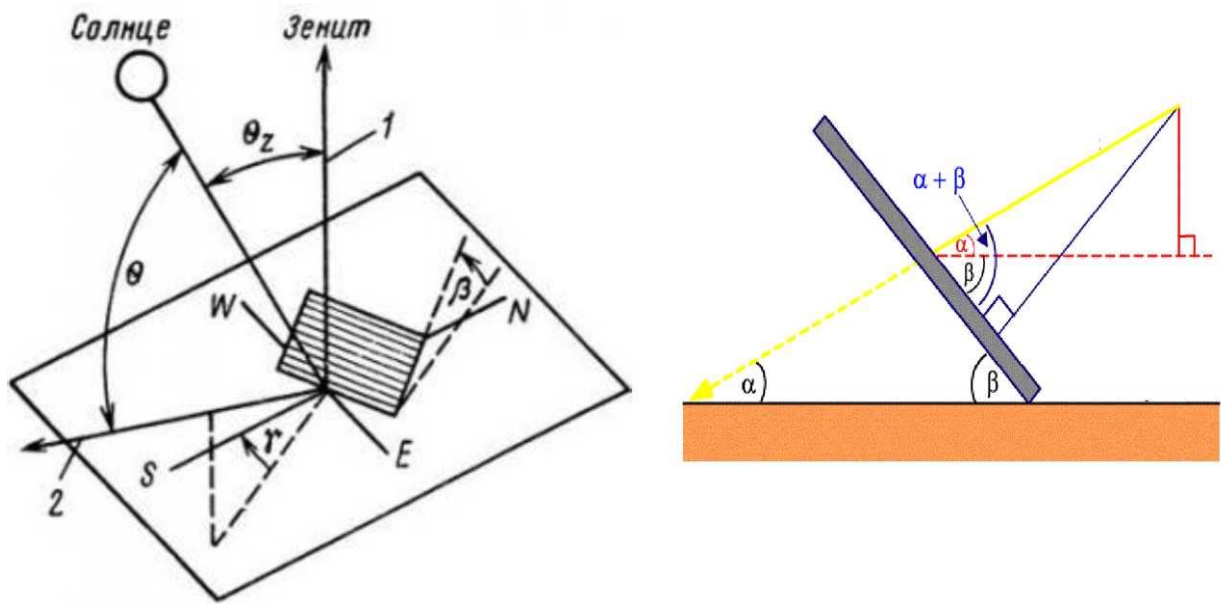
Иілу бұрышы жер бетіндегі күн радиациясының бұзылуына айтарлықтай әсер етеді. Егер көлбеу бұрышы өзгермейтін болса, онда жыл бойына максималды өнімділікке ол орналасқан жердің еніне тең болғанда, яғни $f = p = 53^\circ$. Көлбеу көлбеу бұрыштар жазда апаттық сәуленің көбеюіне ықпал етеді, ал қыста тік. Сондай-ақ, қардың қалыңдығы жағдайында $p = 70^\circ$ және одан жоғары тік бұрыш қардың ФЭМ-де қалуына жол бермейді және КЭС тиімділігін төмендетеді.

Орналасу бұрышын таңдауға ФЭМ қатарларының орналасуын, 9-суреттегі d ара қашықтықты таңдау әсерін тигізеді. Бұл ара қашықтықты таңдау ФЭМ жоларалық көлеңкесін азайту мен КЭС алып жатқан ауданды үнемдеу арасындағы ымыраға байланысты жүзеге асырылады. Сондай-ақ, бұл қашықтық өткізгіштердегі шығындарды рұқсат етілген шектерде есепке алу үшін кабель жолдарының ұзындығының қысқаруына әсер етеді.



12-сурет – КЭС ФЭМ орналасуы

Егер модуль Күнге күн сәулелері оның бетіне перпендикуляр түсетін етіп қараса, онда оның көлбеу бұрышы Күннің полярлық бұрышына тең, ал Күн мен модульдің түсу бұрышы 13-суретте көрсетілгендей бір-біріне тең болады (* $F = \Theta$).

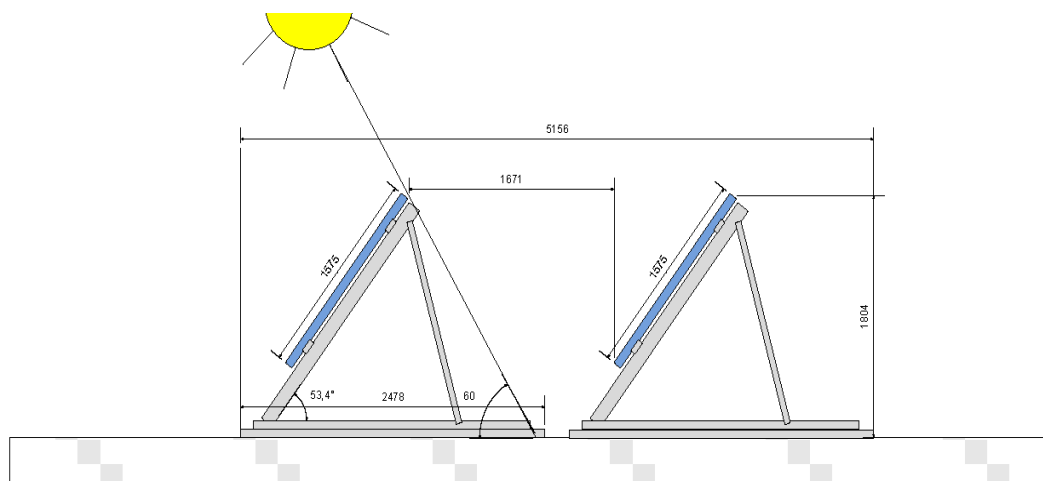


13-сурет – ФЭМ және Күннің орналасуы мен негізгі бұрыштар

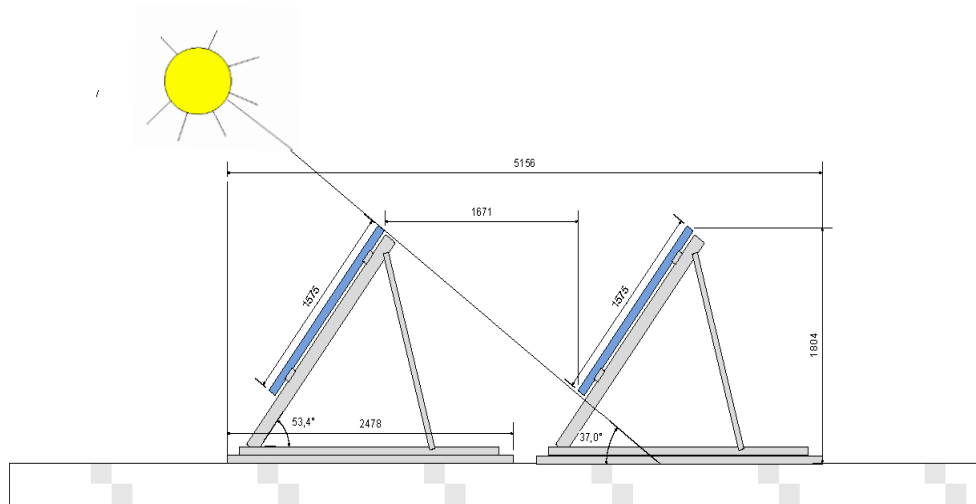
Алынған мәліметтер негізінде жазғы және күзгі-көктемгі кезең үшін $P = 53^\circ$ көлбеу бұрышы аламыз. Қыс мезгілінде көлбеу бұрышы $P = 76^\circ$ болады, бұл тақталарда қардың жиналуына жол бермейді, өйткені қардың табиғи көлбеу бұрышы $30-40^\circ$ құрайды және 60 градустан асады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты біз болаттың перфорацияланған бұрышынан екі позициясы бар панельдерді орнатуға арналған раманы қабылдаймыз. Құрылыстың негізі бұрандалы қадалар болады.

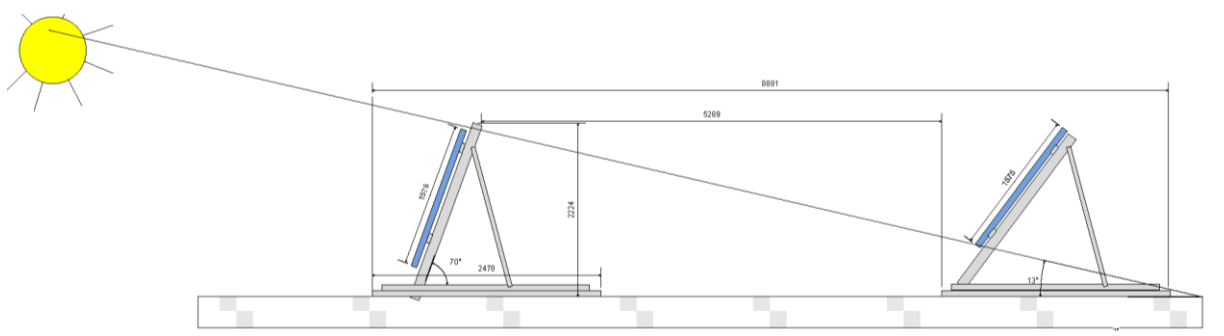
ФЭМ қатарларының арасы 14, 15, 16-суреттегі сызбалар негізінде таңдалады.



14-сурет – Жаз мезгіліндегі ФЭМ орналасуы



15-сурет – Көктем-күзгі мезгілдегі ФЭМ орналасуы



16-сурет – Қыс мезгіліндегі ФЭМ орналасуы

2.3 Аккумуляторлық батареяны таңдау

Батареяның түрін таңдау үшін нарықта қазіргі уақытта СЭС үшін қолайлы батареяларға қысқаша талдау жасаймыз:

1) Қорғасын батареялары.

Қорғасын батареялары - бұл AGM, GEL және Flooded аккумулятор технологиясының негізгі үш түрі [8].

- GEL технологиясы электролит. SiO₂ электролитпен араласады, ал электролит, желе тәрізді болады. Бұл желеде электролитпен толтырылған кеуектердің массасы бар. Дәл осы электролиттің консистенциясы GEL батареясына кез келген позицияда жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бұл технологияның аккумуляторына техникалық қызмет көрсету тегін.

- AGM технологиясы абсорбциялық әйнек мата. Газдалған электролиттің орнына олар электролитпен сіңдірілген шыны төсенішті пайдаланады. Электролит әйнек төсенішінің тесіктерін толығымен толтырмайды. Қалған көлемде газдың рекомбинациясы жүреді.

GEL және AGM батареялары терең разрядтан қорықпайды және зарядсыздандыру режимдерінің қайталануына қарсы тұра алады. Мұндай батареяларды қолданудың жалғыз минусы - олардың зарядтау жағдайларына

сезімталдығы, шамадан тыс зарядтау аккумулятор жұмысында қалпына келтірілмейтін салдарға әкелуі мүмкін.

- Сұйық электролит (желли) бар су басқан аккумуляторлар әлі де кең қолданылады. Айналым клапандарымен жабдықталған олар аз қызмет ететін батареялар класына енеді. Мұндай клапандар газдың эволюциясына жол бермейді, электролиттердің деңгейі жылына бір-ақ рет тексерілуі керек. Бұл су басқан батареяларды үйде орналастыруға қойылған шектеулерді алып тастайды. Ашық типті батареялар техникалық қызмет көрсетусіз батареяларға қарағанда берік, олардағы Ахтың өзіндік құны төмен, және оларды теңдестіруге болады [13].

Жоғарыда аталған батареялардың әрқайсысында брондалған батареялардың ішкі класы бар. Мұндай батареялардың айрықша ерекшелігі - бұл тор тәрізді торлар мен электродтар. Бұл технология зарядсыздандыру циклдерінің санын едәуір арттырады. Оның үстіне терең ағызу 80% дейін. Электрлік жүк көтергіштері, FES және басқа да электр жабдықтары мұндай батареяларды кеңінен қолданады. Мұндай батареялардың кемшілігі - бұл жоғары бағада болуы.

2) Сілтілі батареялар.

Осы типтегі аккумулятордың оң сапасы - әр түрлі мөлшердегі токтар арқылы терең разрядты жүзеге асыру мүмкіндігі.

Жағымсыз қасиеттерге үлкен көлем және жад әсерінің болуы жатады, бұл кейінгі зарядтау кезінде толық заряды болмаған жағдайда батареяның сыйымдылығының бір бөлігін жоғалтуына байланысты.

Мұндай батареяларды күн электр станциялары жүйесінде қолданған жағдайда, батареялардың заряды таусылмай қалған кезде мезгіл-мезгіл туындайды, нәтижесінде батареялар сыйымдылығының бір бөлігін жоғалтады, бұл тұтастай жүйенің жұмысына теріс әсер етеді.

3) Литий батареялары.

Литий батареялары көптеген өнеркәсіптер мен өндірістерде, соның ішінде баламалы энергетикада қолданылады. Құрылғылардың қымбаттығына байланысты мұндай типтегі батареялар күн электр станцияларының жүйелерінде кең қолданылмады, өйткені бұл бүкіл жүйенің құнын және оның өтелімділігін едәуір арттырады [8].

Литий батареяларының оң қасиеттеріне жоғары энергия сыйымдылығы, шағын өлшемдер, терең разрядқа төтеп беру және тез зарядтау мүмкіндігі кіреді.

СЭС шығыс кернеуі неғұрлым жоғары болса, батареяның сыйымдылығы, разряд тогы соғұрлым төмен болады және оның бағасы төмендейді.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, біз кернеуі 2 В және жиынтық кернеуі СЭС-те 48 В болатын MicroArt 2-960 тартқыш қабықшалы типтегі GEL батареясын (Ресей) орнатуға қабылдаймыз. MicroArt 2-960 батареясының сипаттамалары 8- кестеде келтірілген.

Бұл батарея резервтік және автономды электрмен жабдықтау

жүйелерінде қолданылады басқа батареялардан айырмашылығы, зарядтаудың 1500 циклінің қызмет ету мерзімі бар. Көптеген, тіпті геледік батареялар үшін бұл зарядсыздану циклдерінің максималды саны. Батареяның бұл түрінің бір кемшілігі бар - оны сақтау керек, бұл, әрине, БЭЖ-ге қызмет көрсету құнын арттырады. Техникалық қызмет көрсету сирек болатынына қарамастан, бұл батареялар сутекті қалпына келтіру штепсельдерімен жабдықталған.

8-кесте - MicroArt 2-960 батареясының сипаттамалары

АКБ сипаттамалары	Шамасы
АКБ сыйымдылығы	960 ампер
Шығыс кернеуі	2 В
Энергетикалық сыйымдылығы	1920 Вт
АКБ толтыруға қажетті электрролит көлемі	13 литр
Циклдар саны	1 500-ден аса
АКБ қызмет көрсету мерзімі	15 жыл
Кепілдік	2 жыл
Габариттері	66*16*20 см
Салмағы (күрғақ зарядталған күйде)	50 кг
Типі	Қызмет көрсетілетін

Батареяның энергиясы (энергия сыйымдылығы) номиналды кернеумен оның сыйымдылығының көбейтіндісі ретінде анықталады. Сыйымдылық батареяның әлеуетін көрсетеді, яғни. ол қанша уақыт қорек бере алатындығын. Заряды таусылғанда, батареяның кернеуі мен қуаты төмендейді.

Жүктеме қуатымен қамтамасыз ету кезінде СЭС аккумуляторлық батареясының сыйымдылығы келесідей анықталады:

$$\Delta C = \frac{P}{U_n} \cdot \Delta t_{нв} = \frac{P}{U_n} \cdot (24 - \Delta t_{дв}) = \frac{5040}{48} \cdot 16 = 1680 \quad (9)$$

А*сағ

мұндағы $\Delta t_{нв}$ - жаз айларындағы тәуліктегі түнгі сағаттар саны;

$\Delta t_{дв}$ - жаз айларындағы тәуліктегі күндізгі сағаттар саны;

Терең таусылу батареяны зақымдауы мүмкін. Сондықтан аккумулятор өндірушілер зарядсыздандырудың соңғы кернеуін орнатады, оған жеткенде батареяны жүктемеден және зарядтан ажырату керек. Батарея ұзақ уақыт қызмет етуі үшін оны 70-80% -дан көп зарядсыздандыруға болмайды. СЭС батареясының разрядталу дәрежесі:

$$S_p = \frac{C_H - C_{\min}}{C_H} \cdot 100\% = \frac{\Delta C}{C_H} \cdot 100\% \quad (10)$$

Бұл өрнектен КЭС-ке қажетті аккумуляторлық батареяның қажетті сыйымдылығын анықтаймыз:

$$C_{аб} = \frac{100}{S_p} \cdot \frac{P_{жс}}{U_H} \cdot \Delta t_{нв} = \frac{100}{70} \cdot \frac{5040}{48} \cdot 16 = 2400A \cdot саг \quad (11)$$

КЭС АКБ пайдаланудағы ең ауыр режимге қысқы уақыт жататындықтан, есептеулерге $S_p=70\%$, $\Delta t_{нв}=16$ саг деп қабылдаймыз.

Стационарлық (өнеркәсіптік) қорғасын батареялары үшін максималды разряд тогы 5-тен 25-ке дейін ампермен болатын мәнмен шектеледі. КЭС тогы неғұрлым төмен болса, электр қуатын жоғалту соғұрлым төмен болады, тиімділігі жоғарылайды және сәйкесінше күн электр станциясының құны төмендейді. Сондықтан жоғары вольтты электр жүйелерінің болуы тиімді. Сонымен қатар, электр станциясының қуаты неғұрлым көп болса, төмен вольттен гөрі жоғары вольтты жүйеде пайда көп болады.

Сыйымдылығы C_H болатын КЭС батареясы жеке сатылымдағы шағын сыйымды аккумуляторлардан оларды қатарлы және параллель қосу арқылы таңдалады. Жеке батареялардың сериялы қосылуы кернеуді жоғарылату үшін қолданылады және бұл жағдайда батареяның тармағының сыйымдылығы бөлек батареяның сыйымдылығына сәйкес келеді. Параллель қосылыста алынған қайта зарядталатын батарея жалғыз аккумулятор батареясымен бірдей кернеуге ие және мұндай қайта зарядталатын батареяның сыйымдылығы оған қосылған жалғыз қайта зарядталатын батареялардың сыйымдылығының қосындысына тең.

АКБ энергетикалық сыйымдылығы:

$$W = C_H \cdot U_H \quad (12)$$

Берілген аккумулятор кернеуіндегі энергия сыйымдылығы немесе сыйымдылығы неғұрлым көп болса, КЭС батареясында соғұрлым аз жеке батареялар қажет болады.

Түйіндегі тізбектей қосылған бірлік батареялардың саны:

$$n = U_{н.аб} / U_{аб} \quad (13)$$

КЭС-тегі параллель АКБ түйіндерінің саны:

$$m = C_{н.аб} / C_{аб} \quad (14)$$

мұндағы $C_{н.аб}$ – бір АКБ сыйымдылығы;

$C_{AB}=960 \text{ А*сағ}$ – қабылданған АКБ сыйымдылығы;
Сонымен есептеп көрсек:

$$n = 48/2 = 24 \text{ дана}$$

$$m = 2400/960 = 2,5$$

Жұп санға дейін көтерсек, $m=4$.

Жалпы АКБ саны:

$$N = n \cdot m = 24 \cdot 4 = 96 \text{ дана} \quad (15)$$

2.4 Контроллерді таңдау

Күн контроллері - аккумулятордың зарядын бақылауға және реттеуге жауапты электронды құрылғы.

Күн батареяларына арналған контроллерлердің үш түрі бар, олар функционалдылығымен және кейбір ерекшеліктерімен сипатталады:

- ON / OFF контроллері - ең қарапайым. Қазіргі заманғы жүйелерде сирек қолданылады, көптеген кемшіліктері бар. Оның жұмысының мәні мынада, ол аккумулятордың максималды зарядына жеткен кезде күн батареясынан электр қуатын беруді тоқтатады. Кернеу мен ток күші панельдердің өздеріне байланысты болады. Батареяның өзі қанша болатынын өзі реттейді;

- ШИМ немесе PWM (Pulse Width Modulation - PWM) - контроллерлер түрлі зарядтау режимдерінің арасында ауысу арқылы батареяны кезең-кезеңмен зарядтауды қамтамасыз етеді. Бұл режимдер өз кезегінде аккумулятордың тарылу дәрежесіне байланысты автоматты түрде таңдалады. Батарея кернеуді арттыру және ток күшін төмендету арқылы 100% зарядталады. Бұл контроллердің кемшілігі батареяны зарядтау кезінде жоғалту болып табылады - 40% дейін.

- MPPT зарядының реттегіші (максималды қуат нүктесін бақылау - MPPT максималды қуат нүктесін бақылау) - максималды қуат нүктесін табу, яғни күн панельдері шығаратын максималды энергияны жүктеме қағидаты бойынша жұмыс істейді. Панельдердің максималды қуатының мәні әрқашан өзгеріп отырады, өйткені әр сәтте күн сәулесінің түсу бұрышы өзгереді және кернеу мен ток сәйкесінше өзгереді, яғни панельдің қуаты әр сәтте өзгереді.

Мұндай құрылғылар контроллердің басқа түрлеріне қарағанда қымбатырақ. Күн энергиясын 30% -ға дейін арттыру MPPT контроллерлеріне үлкен артықшылық береді.

Параллель қосылған АКБ түйіндерінің санына байланысты 4 дана MPPT Blue Solar контроллерін таңдаймыз (9-кесте) [9].

9-кесте – Blue Solar контроллерінің сипаттамасы

Контроллер сипаттамалары	Шамасы
Күн батареясының кернеуі	200 В
Зарядтау тогы	100 А
АКБ типі	Барлық
АКБ кернеуі	12 В, 24 В, 48 В, 96 В

2.5 Инверторды таңдау

Инвертор - бұл кернеу мәнінің өзгеруімен тікелей токты айнымалы токқа түрлендіруге арналған құрылғы. Әдетте бұл синусоидалы немесе дискретті сигнал түріндегі мерзімді кернеудің генераторы.

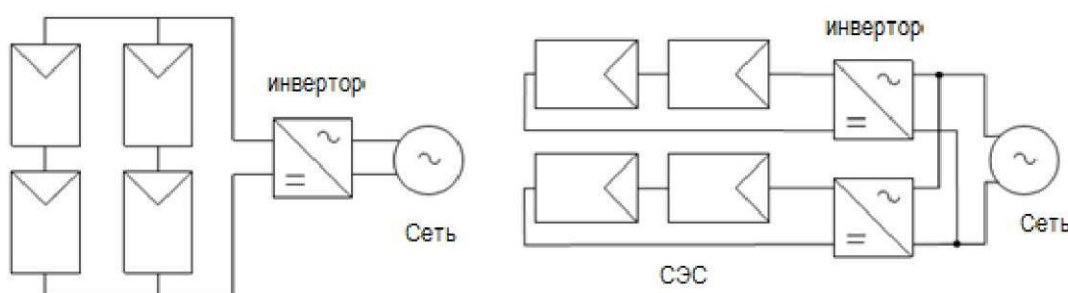
Тұтынушыға қол жетімді КЭС немесе аккумулятордан айнымалы ток алу үшін инверторлар үш негізгі түрге бөлінеді:

- желілік инверторлар - КЭС энергияны негізгі желіге жеткізетін жағдайларда қолданылады. Негізгі желімен ыңғайлы синхрондау функциясы желіде кернеу жоғалған кезде қуат көзін өшіруге мүмкіндік береді. Құрылғының бұл түрі электр энергиясын сатуға қызмет ете алады;

- автономды - түрлендіргіштер сыртқы желіні қажет етпейтін автономды, өзгермейтін электрмен жабдықтау жүйелерінде қолданылады. Көбінесе мұндай түрлендіргіштерде күндіз энергия жинауға мүмкіндік беретін заряд реттегіштері бар. Автономды периодты кернеу генераторларының құны салыстырмалы түрде жоғары, бірақ мұндағы басты мақсат үнемдеу емес;

- гибриді инверторлар - КЭС және батарея қуатын да, негізгі желіні де қолдана алады. Осы типтегі генераторлардың құрамына күн көзі болмаған кезде қосымша қуат көзін қосуға мүмкіндік беретін зарядтау реттегіштері мен зарядтағыштар кіреді. Қосылым батареяларды бензин немесе дизель генераторлары немесе жел турбиналары арқасында зарядтауға көмектеседі.

Гибриді инверторлардың тиімділігі жоғары болғандықтан, біз осы типті инверторды таңдаймыз. Инверторларды қосудың екі схемасы бар: орталық инвертормен және параллельді инвертормен қосу (17-сурет).



17 – сурет – Орталықтан және параллель жағдайда инверторды қосу

Қарастырылып отырған нысанға орталықтан басқарылатын инвертор таңдаймыз, қуатын 30% запспен аламыз, яғни

$$P_{инв} = 5040 \cdot 1,3 = 6552 \text{ Вт}$$

Сонымен, нысанға бір фазалық, қуаты 7 кВт болатын GROWATT маркалы инверторды таңдаймыз (10-кесте) [10].

10-кесте – Инверторды таңдау

Сипаттамалары	Параметрі
Инвертордың аталуы	GROWATT-7000L-S
Қуаты	7000 Вт
Алғашқы кернеуі	160
Шығыс кернеуі	230
Жиілігі	50
Максимал қуат	8400 Вт
Температуралық диапазон	-25 ⁰ , +60 ⁰ С

2.6 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Қысқа тұйықталу деп қалыпты жағдайда қаралмайтын, электр тізбегінің екі нүктесінің бір біріне қосылуын (тура немесе өте аз кедергімен) айтады. ҚТ себептері оқшауламаның механикалық бүлінуінен, оқшауламаның асқын кернеуден және ескіруден тесілуінен, персоналдың қате іс қызметінен және т.б. жағдайлардан туындауы мүмкін. ҚТ нәтижесінде тізбекте торап элементтерін істен шығаруы мүмкін, қауіпті ток пайда болады.

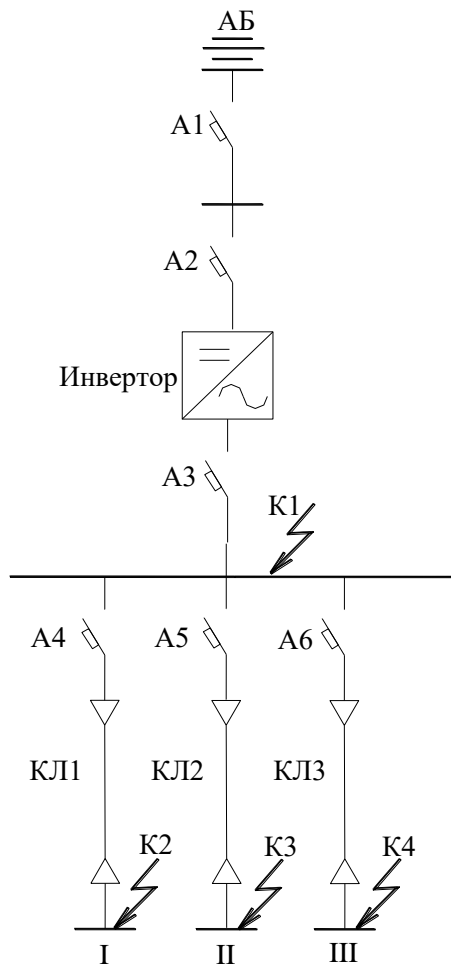
Аппаратураны таңдау үшін қысқа тұйықталу тогын есептейміз.

Ол үшін атаулы бірліктер әдісін қолданамыз. Бұл әдіс кернеуі 380/220 В болатын электр торабын есептеуде қолданылады (18, 19 – суреттер).

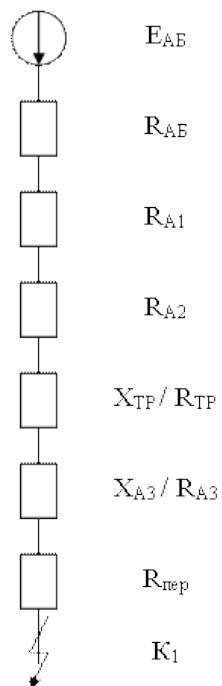
Айнымалы ток торабы үшін қ.т. токтар келесідей есептеледі:

$$I_K = \frac{U}{Z_{рез}}, \text{ где } Z_{рез} = \sqrt{R_{рез}^2 + X_{рез}^2}, \quad (16)$$

K1 нүктесі үшін есептеу схемасын тұрғызамыз:



18-сурет – Қабылдағыштарды электрмен жабдықтау схемасы



19-сурет – Қ.т.токтарын есептеу схемасы

$$E_{AB} = 12B \cdot 19 = 228 \text{ В}$$

$$R_{AB} = 30 \text{ МОм}$$

$$R_{A1} = 0,65 \text{ МОм}$$

$$R_{A2} = 0,65 \text{ МОм}$$

$$Z_{TP} = 100 \text{ МОм}$$

$$R_{A3} = 0,65 \text{ МОм}$$

$$X_{A3} = 0,17 \text{ МОм}$$

$$R_{пер} = 15 \text{ МОм}$$

$$Z_{\Sigma} = 30 + 0,65 + 0,65 + 100 + 0,67 + 15 = 146,97 \text{ МОм}$$

$$I_{K1} = 228 \text{ В} / 146,97 \text{ МОм} = 1,55 \text{ кА}$$

К2 нүктесі үшін

$$Z_{\Sigma} = 146,97 + 0,67 + 55,1 = 202,75 \text{ МОм}$$

$$I_{K2} = 228 \text{ В} / 202,75 \text{ МОм} = 1,13 \text{ кА}$$

$$I_{K3} = I_{K4} = I_{K2} = 1,13 \text{ кА}$$

Есептеу нәтижелерін 11 – кестеге түсіреміз.

11 – Кесте – Қысқа тұйықталу токтарын есептеу нәтижелері

ҚТ нүктелері	I_{K3} , кА	$I_{уд}$, кА
К1	1,55	2,8
К2	1,13	2
К3	1,13	2
К4	1,13	2

Қорғаныстық аппараттарды таңдау үшін, кесте құрамыз (12-кесте).

12 – кесте – Тұтынушылар категориялары бойынша токт есептеу

Категория	S, кВА	I _{НОМ} , А	I _{ав} , А
I	4,36	19,8	39,6
II	0,52	2,4	4,8
III	3,5	15,9	31,8
Σ	8,38	38,1	76,2

2.7 Электр аппараттарын таңдау

Электр аппараттары, оқшаулатқыштар және ток өткізу құрылғылары негізгі үш режимде жұмыс жасайды: ұзаққа созылған режим, асқын жүктемелік режим (жоғары жүктемемен жұмыс істеу) және қысқа тұйықталу режимі.

Ажыратқыштар, сақтандырғыштар және жүктемені ажыратқыштар үшін олардың ажырату қабілеттілігі де қарастырылады.

Аппараттар, оқшаулатқыштар мен ток өткізу құрылғыларын таңдағанда олардың қойылу шартын (бөлмеде немесе ашық ауада), температураны, қоршаған ортаның ылғалдылығын және ластануын ескеру қажет.

Таңдалған аппараттар мен басқа құрылғылар техникалық – экономикалық тиімділік талаптарына сай болуы керек.

Кернеуі 1000 В дейін торапта автоматты ажыратқыштарды таңдау

Ажыртақыштарды таңдау шарты [4]:

1) $I_{\text{НОМ.авт.}} \geq I_{\text{длит.уст.}}$

2) $I_{\text{н.эл.м.расц.}} \geq I_{\text{длит.}}$

3) $I_{\text{отсечки}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{кратковр.}}$

$I_{\text{кратковр.}} = 1,2 \cdot I_{\text{ав}}$

A3710Б маркалы А3 автоматын таңдаймыз: $I_{\text{НОМ.авт.}} = 40 \text{ А}$.

Таңдауды тексереміз:

1) $I_{\text{НОМ.авт.}} = 40 \text{ А} > 38,1 \text{ А}$

2) $I_{\text{н.эл.м.расц.}} = 40 \text{ А} > 38,1 \text{ А}$

3) $I_{\text{отсечки}} = 3 \cdot I_{\text{НОМ.авт.}} = 3 \cdot 40 \text{ А} = 120 \text{ А}$

$I_{\text{отсечки}} = 120 \text{ А} > 1,25 \cdot 1,2 \cdot 76,2 = 114,3 \text{ А}$

A1 және A2 автоматтары үшін де жоғарыдағы маркалы автоматты таңдаймыз: $I_{\text{НОМ.авт.}} = 40 \text{ А}$.

A4, A5 және A6 үшін A3710Б маркалы автоматты таңдаймыз:

$I_{\text{НОМ.авт.}} = 20 \text{ А}$

Кабельдерді таңдау [5]:

КЛ1 (I категория) кабелі үшін қоректендіруші кабельді таңдау:

$S = 4,36 \text{ кВА}$, $I_{\text{НОМ}} = 19,8 \text{ А}$, $I_{\text{ав}} = 39,6 \text{ А}$, $I_{\text{КЗ}} = 1,13 \text{ кА}$

АВВГ (2x4) маркалы кабельді таңдаймыз.

Кабельді таңдау шарттары:

1) Жұмыстық кернеу бойынша:

2) $U_{\text{ном.каб}} = 230 \text{ В} \geq U_{\text{ном.уст.}} = 228 \text{ В}$

3) Жұмыстық токпен қызуы бойынша тексеру:

4) $I_{\text{каб.}} = 34 \text{ А} \geq I_{\text{ном.}} = 19,8$

5) Апаттық ток бойынша тексеру:

6) $I_{\text{ном.каб.}} = 1,3 \cdot 34 = 44,2 \text{ А} \geq I_{\text{ав}} = 39,6 \text{ А}$

7) Қысқа тұйықталу тогы бойынша қызуға тексеру. Ол үшін мына өрнек бойынша кабельдің қимасының минималды шамасы анықталады:

$$F_{\min} = \alpha \cdot I_{\text{КЗ}} \cdot \sqrt{t_{\text{привед}}}$$

мұндағы $\alpha = 12$ және $t_{\text{привед}} = 0,8\text{с}$

$$F_{\min} = 12 \cdot 1,13 \text{ кА} \cdot 0,89 = 12,13$$

Ақырында келесідей кабедьді қабылдаймыз: АВВГ (2×16), $I_{\text{ном. каб.}} = 77\text{А}$.
КЛ2 және КЛ3 үшін АВВГ (2x16) кабелін таңдаймыз, $I_{\text{ном. каб.}} = 77 \text{ А}$.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста Сайрам-Ұғам ұлттық қорықта орналасқан күзеттік ғимаратты күн электр станциясының көмегімен электрмен жабдықтау қарастырылған.

Жұмыста алдымен нысандағы жасанды жарықтандыру есептелді, электр энергиясын тұтынуды жыл мезгілдері және тәулік бойынша қарастырып, тұтыну графиктері тұрғызылды.

Осы нысанға қорек көзі ретінде Күн электр станциясы таңдалып алынды. Келесідей есептеулер жүргізілді: Күн электр станциясының қуаты есептелді, оның жұмыс режимдері қарастырылды, фотоэлектрлік модуль түрі, саны мен олардың орналасуы анықталды, қуат жетіспеушілік жағдайында энергияны сақтау үшін аккумуляторлық батареялар таңдалып, есептелінді, АҚБ зарядталуын қадағалауға контроллер таңдалып алынды, тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіру үшін инвертор қойылды.

Қорғаныстық электр аппараттарын және кабельдерді таңдау үшін қысқа тұйықталу режимі қаралып, есептелу және орынбасу схемалары тұрғызылып, нәтижесінде таңдау жасалды.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] : / Википедия - свободная энциклопедия - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная энергетика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_энергетика)
2. Лукутин, Б. В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников. - Томск : Издательство ТПУ, 2015. - С. 47-66.
3. ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. 01.07.1997. - Москва: Стандартинформ, 2012. -20 с.
4. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений.- 2-е изд. / Б. И. Кудрин.-Москва. : Интернет Инжиниринг, 2006. -672 с.
5. Расчет электрических нагрузок [Электронный ресурс] : /Проектируем электрику вместе - Москва, 2013. - Режим доступа : <http://vgs-design-el.blogspot.ru/>
6. Каталог стандартных солнечных батарей и модулей [Электронный ресурс]: /ООО «Solbat». - Краснодар, 2017. - Режим доступа: <http://www.solbat.su/catalog/standsolmod/>
7. On-line калькулятор солнечной, ветровой и тепловой энергии [Электронный ресурс] : / ООО "Гелиос Хаус. - Москва, 2017. - Режим доступа: <http://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html>
8. Хрусталева, Д. А. Аккумуляторы. / Д. А. Хрусталева. - Москва.: Изумруд, 2003. - Гл. 2 - С. 45-88.
9. Солнечный контроллер есо "Энергия" Контроллер MPPT Pro. [Электронный ресурс] : / Компания МикроАРТ. - Москва, 2013, 2017. - Режим доступа: http://www.invertor.ru/zzz/item/eco_mppt_pro_200_100
10. Инвертор для солнечных батарей. [Электронный ресурс] /SolarSoul.net// - 2017. - Режим доступа: <http://solarsoul.net/invertor-dlya-solnechnyx-batarej>