

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

Бегайдарова Нұрайым Ғабитқызы

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, объектіні электрмен  
жабдықтауды жобалау

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Алматы 2021

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.

«09» маусым 2021 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, объектіні электрмен жабдықтауды жобалау»

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Орындаған:

Бегайдарова Н.Ғ.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.канд., ассоц.профессор

 Хидолда Е.

« 7 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Сарсенбаев Е.А.

«27» қараша 2021 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Бегайдарова Нұрайым Ғабитқызы

Тақырыбы: Жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, объектіні электрмен жабдықтауды жобалау

Университет Ректорының 2020 жылғы «24» қараша 2131-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 жылғы «9» маусым

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Нысандағы қабылдағыштардың электрлік жүктемелері.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Жаңартылған энергия көздері;*
- б) Жобалау объектісінің жалпы сипаттамасы;*
- в) Цех нысанының энергетикалық қажеттіліктерін талдау;*
- г) Күн және жел электр қондырғыларын есептеу.*

Сызба материалдар тізімі: Сызба материалдарды слайдпен дайындау

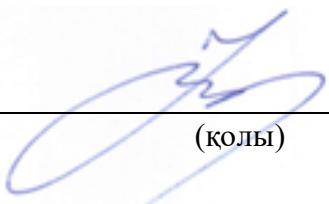
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 13 атау


Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
«Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің сипаттамасы	(01-30).03.2021	Жоқ
Күн электр станциясының қуатын есептеу	(01-25).04.2021	Жоқ
Жел қондырғысын есептеу	(01-30).05.2021	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
«Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің сипаттамасы	Ғылыми жетекші техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	2.06.2021	
Күн электр станциясының қуатын есептеу	Ғылыми жетекші техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	2.06.2021	
Жел қондырғысын есептеу	Ғылыми жетекші техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	2.06.2021	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О., сениор – лектор	08.06.2021	

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_ Е.Хидолда  
(қолы) 

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Ғ.Н.Бегайдарова  
(қолы) 

Күні

«30» қараша 2021 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тақырыбы «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, объектіні электрмен жабдықтауды жобалау» деп аталады. Тақырыпқа сәйкес «Жаңартылған энергия көздері» туралы жалпы әдеби шолу жасалды. «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цехын күн электр станциясы және жел электр станциясы көмегі арқылы электрмен жабдықтау қарастырылды. Жасанды жарықтандыру есептелді. Электр энергиясын тұтынуына байланысты «Электр энергиясын тәуліктегі тұтыну графигі» және «Электр жүктеменің жылдық графигі» тұрғызылды. Нысанға қорек көзі ретінде Күн және Жел электр станциялары таңдалып, олардың келесідей элементтері есептелді: қуаттары, жұмыс режимдері, АКБ түрі мен саны, инвертор және контроллер, ФЭМ түрі мен саны және орналасуы таңдалды.

## АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы называется "Проектирование электроснабжения объекта с использованием возобновляемых источников энергии". В соответствии с темой был проведен общий литературный обзор «возобновляемых источников энергии». Предусмотрено электроснабжение цеха по переработке верблюжьего молока «Ару-Ана» с помощью солнечной электростанции и ветровой электростанции. Рассчитано искусственное освещение. В связи с потреблением электроэнергии построены «Графики суточного потребления электрической энергии» и «Годовой график электрической нагрузки». В качестве источника питания для объекта были выбраны солнечные и ветровые электростанции, рассчитаны их следующие элементы: мощности, режимы работы, тип и количество АКБ, инвертор и контроллер, тип и количество и расположение ФЭМ.

## ANNOTATION

The topic of the thesis is called "Designing the power supply of an object using renewable energy sources". In accordance with the topic, a general literature review of "renewable energy sources" was conducted. The power supply of the «Aru-Ana» camel milk processing plant is provided with the help of a solar power plant and a wind power plant. Artificial lighting is calculated. In connection with the electricity consumption, the "Daily Electricity Consumption Schedules" and the "Annual Electrical Load Schedule" are constructed. Solar and wind power plants were selected as the power source for the object, and their following elements were calculated: capacities, operating modes, type and number of batteries, inverter and controller, type and number and location of the photovoltaic module.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің сипаттамасы	8
1.1 Жобалау объектісінің жалпы сипаттамасы	8
1.2 Цехтың негізгі жабдықтарының орналасуы мен құрамы	10
1.3 Жасанды жарықтандыруды есептеу	13
1.4 Электр энергиясын тұтынуды есептеу	17
2 Күн электр станциясының қуатын есептеу	23
2.1 Күн электр станциясының жұмыс режимдерін есептеу	23
2.2 КЭС – тегі ФЭМ түрін, санын және орналасуын таңдау	25
2.2.1 ФЭМ түрін таңдау	25
2.2.2 Аккумуляторлық батареялардың түрі мен санын таңдау	25
2.2.3 Инвертор түрін таңдау	29
2.2.4 Контроллер түрін анықтау	31
2.2.5 Инвертор түрін таңдау	32
3 Жел қондырғысын есептеу (ЖЭҚ)	34
3.1 Режимді есептеу және ЖЭҚ қойылатын талаптар	34
3.2 ЖЭҚ типін таңдау	36
3.3 Жел контроллерінің түрін таңдау	37
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40

## КІРІСПЕ

Қазіргі таңда электр энергетикасы қоғамдық өндірістің ілгерілеуін айқындайтын өнеркәсіптің базалық салаларын дамытудың негізі болып табылады. Барлық индустриялды түрде дамыған елдерде энергетиканың даму қарқыны басқа салалардың дамуынан асып түсті.

Ал еліміздің энергетикалық секторы бір жағынан – дәстүрлі энергия көздерінің бірте-бірте сарқылуы жүріп жатқан, ал екінші жағынан, бүкіл әлемде енгізілген жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, экологиялық таза энергия өндіру саясаты жоғары позицияға ие болған күрделі жағдайларда жұмыс істейді. Яғни, дәстүрлі энергия көздерімен бірге дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздері де қолданысқа ие.

Жаңартылатын энергия көздері немесе регенеративті энергия ("жасыл энергия») – бұл планетада үнемі болатын табиғи процестердің энергия ресурстары, сондай-ақ өсімдік және жануар тектес биоценоздардың тіршілік әрекеті өнімдерінің энергия ресурстары. Жаңартылатын энергия көздерінің өзіне тән ерекшелігі - олардың сарқылмауы немесе қысқа мерзімде адамдардың бір буынының өмір сүру мерзімінде өз әлеуетін қалпына келтіру мүмкіндігі болуында. [1]

Жаңартылатын энергия көздері – бұл табиғи түрде жүретін табиғи процестер есебінен үздіксіз жаңартылатын энергия көздері және олар мынадай түрлерді қамтиды: күн сәулесінің энергиясы, жел энергиясы, гидродинамикалық су энергиясы; геотермалдық энергия: топырақтың, жер асты суларының, өзендердің, су айдындарының жылуы, сондай-ақ бастапқы энергия ресурстарының антропогендік көздері: биомасса, биогаз және электр және (немесе) жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын органикалық қалдықтардан алынатын өзге де отын.

# **1 «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің сипаттамасы**

## **1.1 Жобалау объектісінің жалпы сипаттамасы**

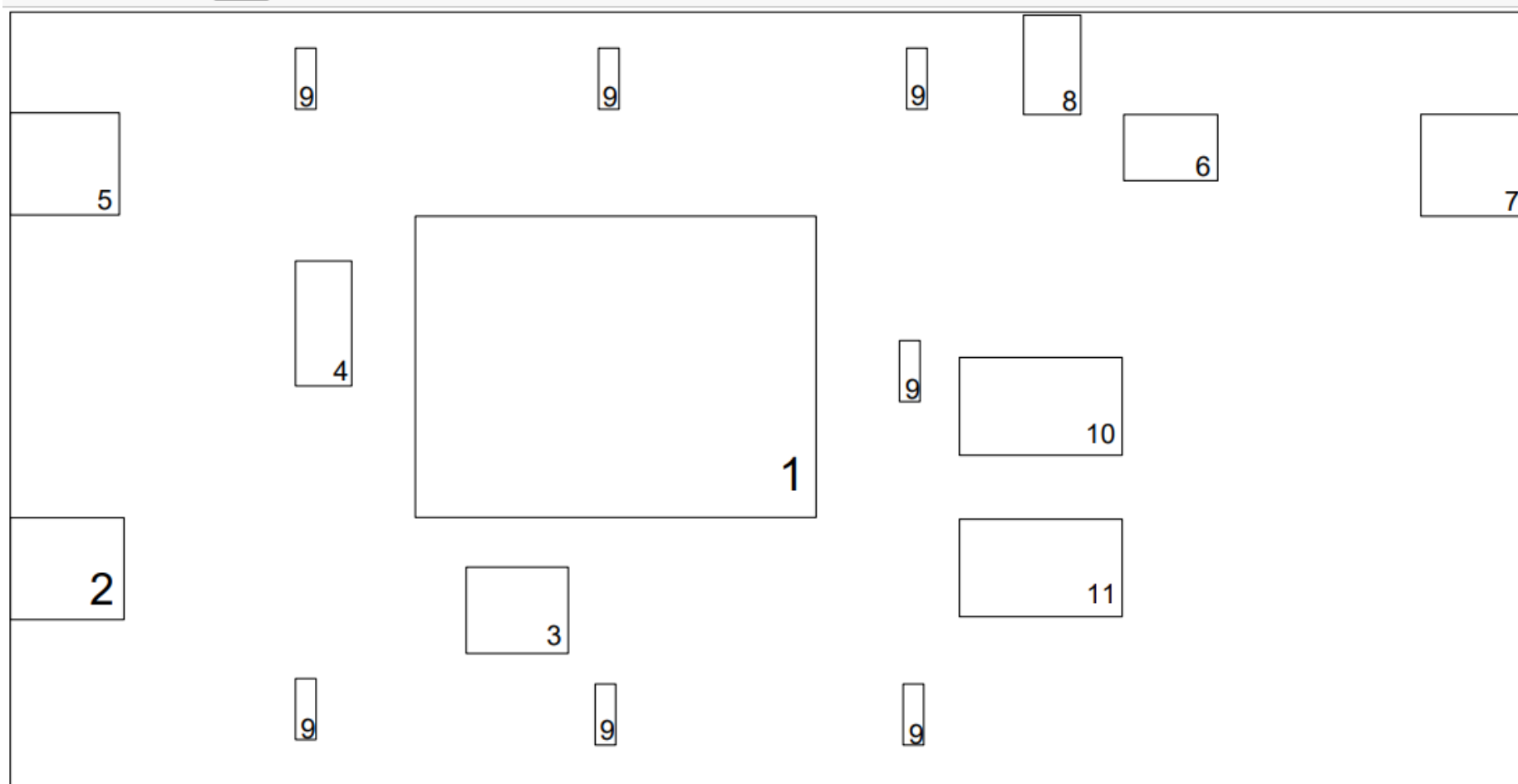
Бүгінгі таңда елімізде сүтті қайта өңдеу шағын және орта бизнес үшін танымал және перспективалы бағыт болып табылады және сүзбе, қаймақ, айран, кілегей, йогурт, құрт, балмұздақ, ірімшік және басқа да сүт өнімдері тағамдары әрдайым сұранысқа ие.

Қызылорда облысы, Шиелі ауданында орналасқан «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цехы 2016 жылдың наурыз айында іске қосылған. Жоба өңірлік индустриалды картасына енгізіліп мемлекеттік қолдау ретінде 5 гектар жер телімі аукционсыз (сауда-саттықсыз) табысталған. Цехтың бір күндік қуаттылығы 400 литр шұбат өңдеу.[2]

Электрмен жабдықтауды күн электр станциясы (КЭС) және қосымша жел электр станциясын (ЖЭС) көмегімен жобалау жоспарланған. «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің жоспары 1 - суретте көрсетілген.

Шұбат өңдеу цехының ғимаратында сүт фильтрі, ұзақ пастерлеу ваннасы, сүт сорғысы, компрессор, су жылытқыш секілді цех қондырғылары орнатылған. Дайын сүт өнімдері Шалқия, Жаңақорған, Алматы, Ақтөбе, Қызылорда қалаларына жеткізіліп, отандық өндірістің дамуына үлесі тиіп жатыр. Алғашында тек шұбат өндірген «Ару-Ана» шағын цехы көп ұзамай сиыр сүтінен айран, құрт, йогурт, сүзбе әзірлеп, өнімдерін ұлғайтты.





1 – жұмыстық ғимарат; 2 – көліктің кіруі; 3 – сүт қабылдау орны; 4 – дайын өнімді жөнелті орны; 5 – көліктің шығуы; 6 – қоқыс жинағыштарға арналған алаң; 7 – қалдықтарды жинауға арналған көліктің кіру/шығуы; 8 – дәретхана; 9 – жарықтандыру тіректері; 10,11 – гибридті жел, күн электростанциясы

**1 - сурет – «Ару-Ана» түйе сүтін өңдейтін цех объектісінің жоспары**

Цех 1 – кестедегі өнімдерді ала отырып, 1 күнде 2000 кг өнім қабылдауға, тазартуға, өңдеуге арналған:

### **1 - кесте – « Ару Ана» сүт өңдеу цехының өндіретін өнім түрлері**

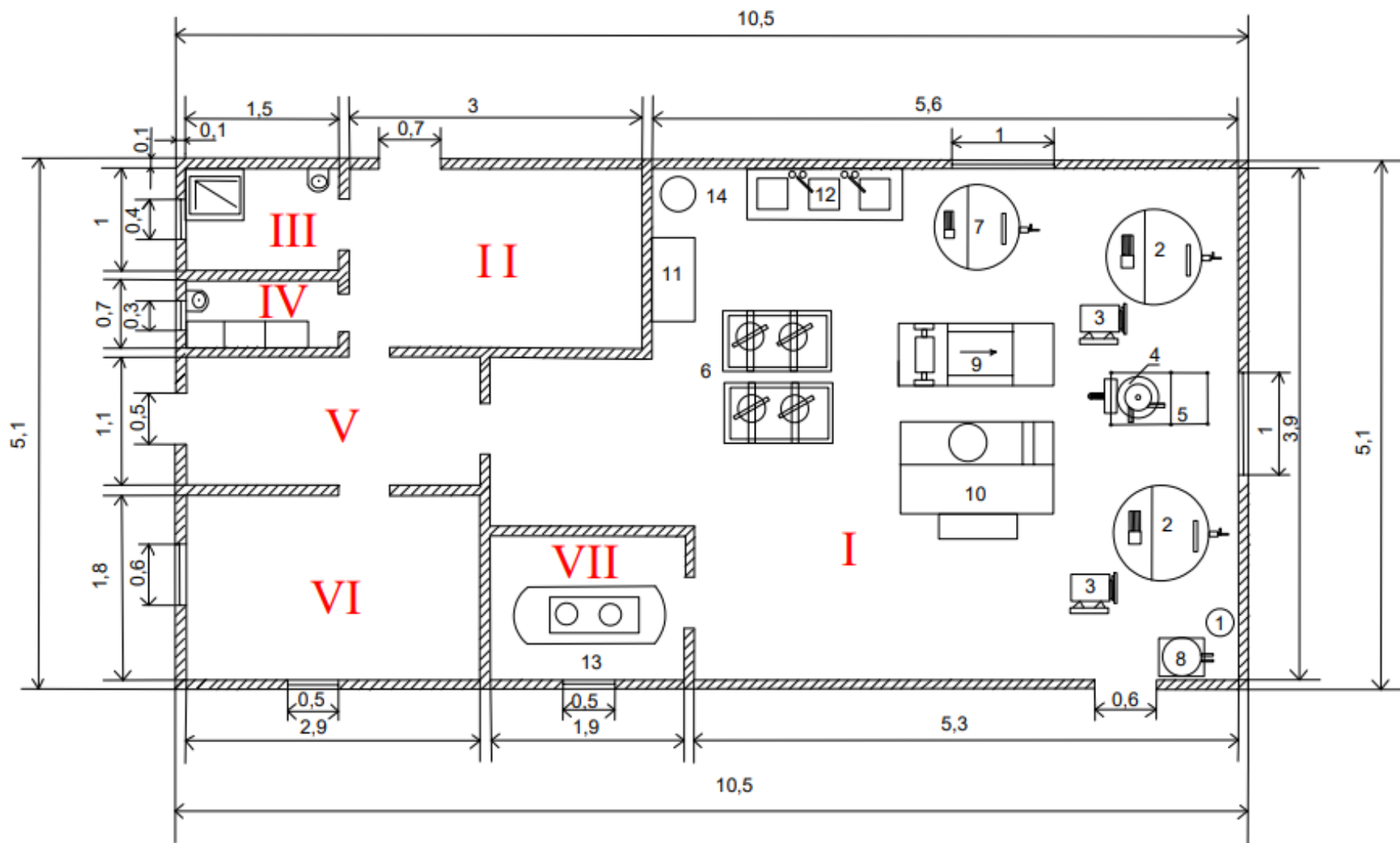
Өнім түрлері	Өнім саны, кг	Буып-түю түрі
Шұбат	618	Пластикалық бөтелке
Айран	600	Pure – пак
Құрт	80	Пластикалық контейнер
Йогурт	180	Фольга қақпағы бар дөңгелек стакан
Сүзбе	140	Таразымен
Балмұздақ, 6 %	222	Вафельді стакан
Қаймақ	160	Пластикалық

Сауылған сиыр сүті салқындатылып, фермадан цехқа жіберіледі. Зертханадан өткен сүт өнімі өңдеуге барады.

Өндірістің соңғы сәтінде – сүт өнімдерінің мұздатқыш камерада салқындатылып және пісіп жетілуі қадағаланады. Өңделген сүт өнімдері тиісті температуралық жағдайларда сақталатын болады.

### **1.2 Цехтың негізгі жабдықтарының орналасуы мен құрамы**

Цехта 25 адам жұмыс жасайды. Қызмет етуші персоналдардың атқаратын міндеттері: сүт және сүт өнімдерінің құрамы мен физика-химиялық қасиеттерін білу; қаймақ өндіру технологиясын білу; сапаға қойылатын талаптарды және қолданылатын шикізат пен материалдар шығыс нормаларын білу; қызмет көрсетілетін жабдықтың құрылысын жетік меңгеру.



2 - сурет – Цехтың негізгі жабдықтарының орналасуы мен құрамы

Осыған байланысты цех ғимаратының бөлмелері келесідей болады:

- I. Өндірістік бөлме;
- II. Тұрмыстық бөлме;
- III. Душ бөлмесі;
- IV. Киім бөлмесі;
- V. Экспедиция;
- VI. Дайын өнімнің тоназытқыш камерасы;
- VII. Компрессорлық.

Жұмыс ғимаратының негізгі жабдықтарының орналасуы мен құрамы 2 – суретте, ал ондағы электрлік жүктемелер 2 – кестеде көрсетілген.

**2 - кесте – Нысандағы қабылдағыштардың электрлік жүктемелері**

ЭҚ атаулары	Саны	P <sub>м</sub> ,кВт	P <sub>с</sub> ,кВт	cosφ	t <sub>раб</sub> , сағ		Тұтыну кВт/сағ	
					Қыс	Жаз	Қыс	Жаз
Сүт фильтрі, 1000 л/сағ	1	0,75	0,75	1	4	2	3	1,5
Ұзақ пастерлеу ваннасы,500 л – айран, сүт немесе сүзбе үшін	2	0,3	0,6	1	5	5	1,5	1,5
Сүт сорғысы, 1000 л/сағ	2	0,75	1,5	0,85	3	3	2,25	2,25
Сеператор-кілегейбөлгіш, 500 л/ч	1	0,55	0,55	1	2	2	1,1	1,1
Сеператорға қойылатын тұғыр	1	-	-	-	-	-	-	-
Сүзбеге арналған пресс-арба, 100 л	1	0,6	0,6	1	1	1	0,6	0,6
Ұзақ пастерлеу ваннасы,200 л – қаймақ үшін	1	0,3	0,3	1	5	5	1,5	1,5
Бұрандалы сорғы	1	0,75	0,75	0,9	4	4	3	3
1000 доза/сағ дейін пластикалық стақандарға қаймақты өлшеп-орауды орнату	1	1,1	1,1	1	3	3	3,3	3,3
Сүт, айран сусынын 1500 пак/сағ дейінгі п/э пакеттерге құю автоматы	1	1	1	1	4	4	4	4
Технологиялық стол 1200x600x800	1	-	-	-	-	-	-	-
Үшұялы жуғыш	1	-	-	-	-	-	-	-
Компрессор	1	1,5	1,5	0,8	5	5	7,5	7,5
Су жылытқыш, 200 л	1	0,5	0,5	1	9	3	4,5	1,5

### 1.3 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Табиғи жарықтандыру жоқ болса немесе жеткіліксіз болған жағдайда жасанды жарықтандыруды қолданады. Себебі дұрыс жобаланған және ұтымды түрде орындалған жарықтандыру бір жағынан жұмысшыларға жақсы жағынан әсер етеді және жұмыс тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырады, шаршау мен жарақаттануды азайтады, жоғары өнімділікті сақтайды.

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.

Есептеу кезінде келесі мәселелер шешілуі керек:

- Жарықтандыру жүйесін таңдау;
- Жарық көздерін таңдау;
- Шамдарды таңдау және оларды орналастыру;
- Жасанды жарық беру әдісімен жарықтандыруды есептеу.

Бөлме: Тұрмыстық бөлім

Өлшемі: 3,2×2×2,79

Таңдалған сүтті қайта өңдеу цехы үшін жалпы біркелкі жарықтандыру есептеледі.

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісі бойынша:

Шамның жарық ағынының шамасы келесідей есептеледі:

$$\Phi_{\text{есеп}} = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot k_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (1)$$

мұнда  $E_{\min} = 200$  лк ҚНМЕ (Құрылыс Нормалары мен Ережелері) бойынша нормаланған ең аз жарықтандыру;

$S = 6$  м<sup>2</sup> жарықтандырылатын бөлме ауданы;

$k_3 = 1,3$  шамның ластануын ескеретін қор коэффициенті;

$Z$  – жарықтандырудың біркелкі емес коэффициенті,  $\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\min}}$  —

катынасы. Люминесцентті шамдар үшін есептеу кезінде 1,1 тең деп алынады;

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

$\eta = 0,23$  жарық ағынын пайдалану коэффициенті.

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті шамдардың қай бөлігі жұмыс бетіне түсетінін көрсетеді. Бұл і бөлменің индексіне, шамның түріне,  $h$  жұмыс бетіндегі шамдардың биіктігіне және  $\rho_c$  және  $\rho_n$  шағылысу коэффициенттеріне байланысты.

Бөлме индексі келесідей анықталады:

$$i = \frac{S}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (2)$$

$$i = \frac{6,4}{1,79 \cdot (2 + 3,2)} = 0,7;$$

мұндағы А және В – бөлменің ені мен ұзындығы;

$H_p$  – есептеме жүргізілетін беттен шамдалдың іліну биіктігі.

$H_p = 2,79 - 0,5 - 0,5 = 1,79$  м

0,5 м – жұмыс беткейінің еден деңгейінен биіктігі;

0,5 м – шамдалдан қиылысқа дейінгі қашықтық.

$i = 0,7$  болғандықтан, бөлменің индексі бойынша анықтаймыз, сәйкесінше  $\eta = 23\%$ ,  $\rho_n = 30$ ,  $\rho_c = 10$ .

$$\Phi_{\text{есеп}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot S \cdot k_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 6 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{1 \cdot 0,23} = 7461 \text{ лм}$$

Бөлмеге баламалы 3 шамды қабылдаймыз және әр шамға сәйкес келетін жарық ағынын  $\Phi_{\text{есеп}} = 2487$  лм аламыз.

Есептелген жарық ағынына қарай РН 220-230-200-1 қыздыру шамын таңдаймыз. Бұл қыздыру шамының параметрлері келесідей:  $U = 225$  В,  $P = 200$  Вт,  $\Phi = 2950$  лм.

Есептелген жарық ағыны мен таңдалған шамның жарық ағыны арасындағы шарттың орындалуын тексереміз:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq \pm 20\%$$

$$-10\% \leq \frac{2950 - 2487}{2950} \cdot 100\% \leq \pm 20\%$$

$$-10\% \leq +15,7\% \leq \pm 20\%$$

+15,7% мәнін аламыз және таңдалған шам ауытқушылық шартын қанағаттандырады.

Келесі меншікті қуат әдісі бойынша тексереміз:

РН 220-230-200-1 типтегі қыздыру шам үшін меншікті қуат шамасы:

$P_{\text{уд}} = 31,25$  Вт/м<sup>2</sup>

Шамдардың қосындылық қуаты келесідей анықталады:

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{уд}} \cdot S = 31,25 \cdot 2 \cdot 3,2 = 200 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{уд}} = \frac{P_{\text{уст}} \cdot N}{S}, \quad (3)$$

$$P_{уд} = \frac{200 \cdot 1}{6,4} = 31,25 \text{ Вт.}$$

Бір шамның қуатын табамыз:

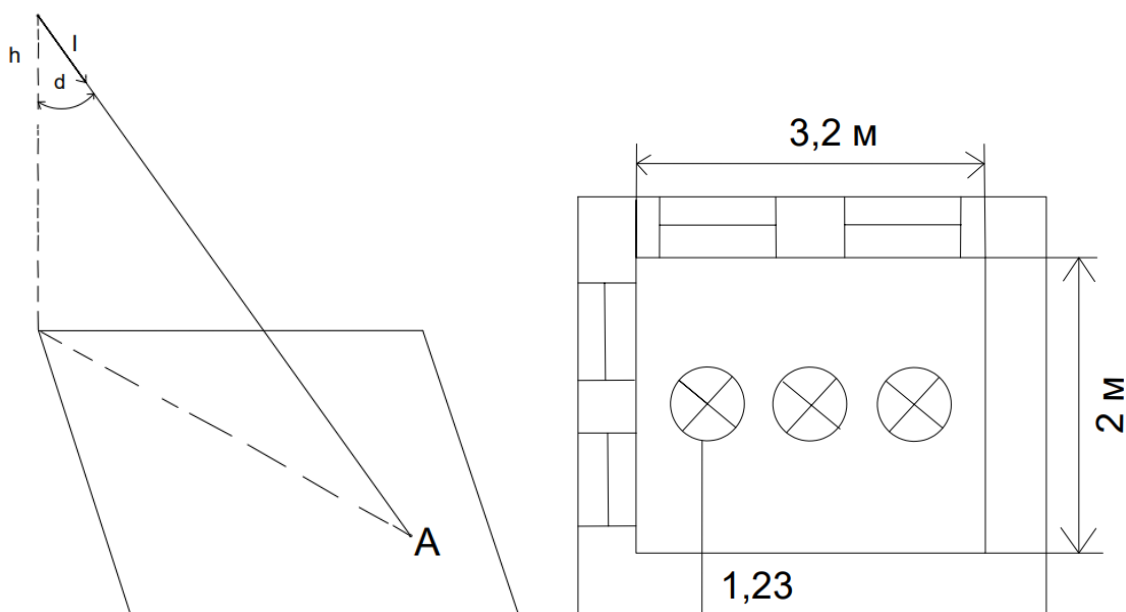
$$P_{расч} = \frac{P_{уст}}{N}, \quad (4)$$

$$P_{расч} = \frac{200}{1} = 200.$$

РН 220-230-200-1 типтегі қыздыру шамның қуаты  $P = 200$  Вт, ал есептелген қуат мәні  $P = 200$  Вт болғандықтан шам дұрыс таңдалған.

Жарықтандыруды нүктелік әдіс бойынша тексереміз:

Бөлмедегі шамдардың орналасуы 3 – суретте бейнеленген.



**3 - сурет – Нүктелік әдіс бойынша жарықтандыруды есептеу**

А нүктесіндегі жарықтандыруды анықтаймыз:

Бір шамдан алынатын жарықтандыру деңгейі келесідей анықталады:

$$e_r = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2}, \quad (5)$$

мұндағы  $I_\alpha$  – шығу көзінен жұмыс бетінің берілген нүктесіне қарай бағытта жарық күші;

$H_p = 1,79$  м – шырақты жұмыс беткейінен ілу биіктігі.

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

$\alpha_1$  бұрышын анықтасaq:

$$tg\alpha_1 = \frac{d}{h}, \quad (6)$$

$$tg\alpha_1 = \frac{1,23}{1,79} = 0,69, \alpha_1 = 34^\circ.$$

$\Phi = 2950$  лм жарық ағыны бар РН 220-230-200-1 шамының қуаты  $P = 200$  Вт болатын  $\alpha_1 = 34^\circ$  кезіндегі жарық күші  $I_\alpha$  табамыз:

берілген  $\alpha_1$  бұрыш бойынша мынаған тең  $I_\alpha \cdot 2950 = 159,2$  кд. Табылған мәндер бойынша  $e_r$  жарықтандыруды анықтасақ:

$$e_r = \frac{159,2 \cdot \cos^3 34^\circ}{1,79^2} = 28,3 \text{ лк}$$

$$\sum e_r = 3 \cdot 28,3 = 84,9 \text{ лк.}$$

Жарық ағынын анықтаймыз:

$$\Phi_{\text{есеп}} = \frac{1000 \cdot E_{\text{min}} \cdot K}{\mu \cdot \sum e_r}, \quad (7)$$

$$\Phi_{\text{есеп}} = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3}{1,2 \cdot 84,9} = 2552 \text{ лм.}$$

$\mu = 1,1 - 1,2$  тең деп алынатын жарық ағыны мен төбе шағылысуын ескеретін коэффициент;

$\sum e_r$  – «жақын» шамдардағы жинақтық шартты салыстырмалы түрде жарықтандыру суммасы.

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



### 3 - кесте – Жасанды жарықтандыруды есептеудегі жарық техникалық мәндерінің нәтижесі

Бөлменің аталуы	Бөлменің ұзындығы, м	Бөлменің ені, м	Бөлменің биіктігі, м	Шам саны	Қор коэффициенті	Нормаланған жарықтандыру	Шамның жарық ағыны	Шамның қуаты	$\Phi_{расч}$ пайдалану коэффициенті бойынша
Өндірістік бөлме	7,5	5,3	2,79	6	1,3	150	2920	200	2733
Тұрмыстық бөлме	3,2	2	2,79	3	1,3	200	2950	200	2487
Душ бөлмесі	1,7	1,1	2,79	1	1,2	100	1380	100	1162
Киім бөлмесі	1,7	0,8	2,79	1	1,2	100	730	60	715
Экспедиция	3,1	1,2	2,79	1	1,3	100	960	75	845
Дайын өнімнің тоңазытқыш камерасы;	3,1	2	2,79	2	1,3	200	3150	200	5070
Компрессорлық	2	1,6	2,79	1	1,3	100	2220	150	1990

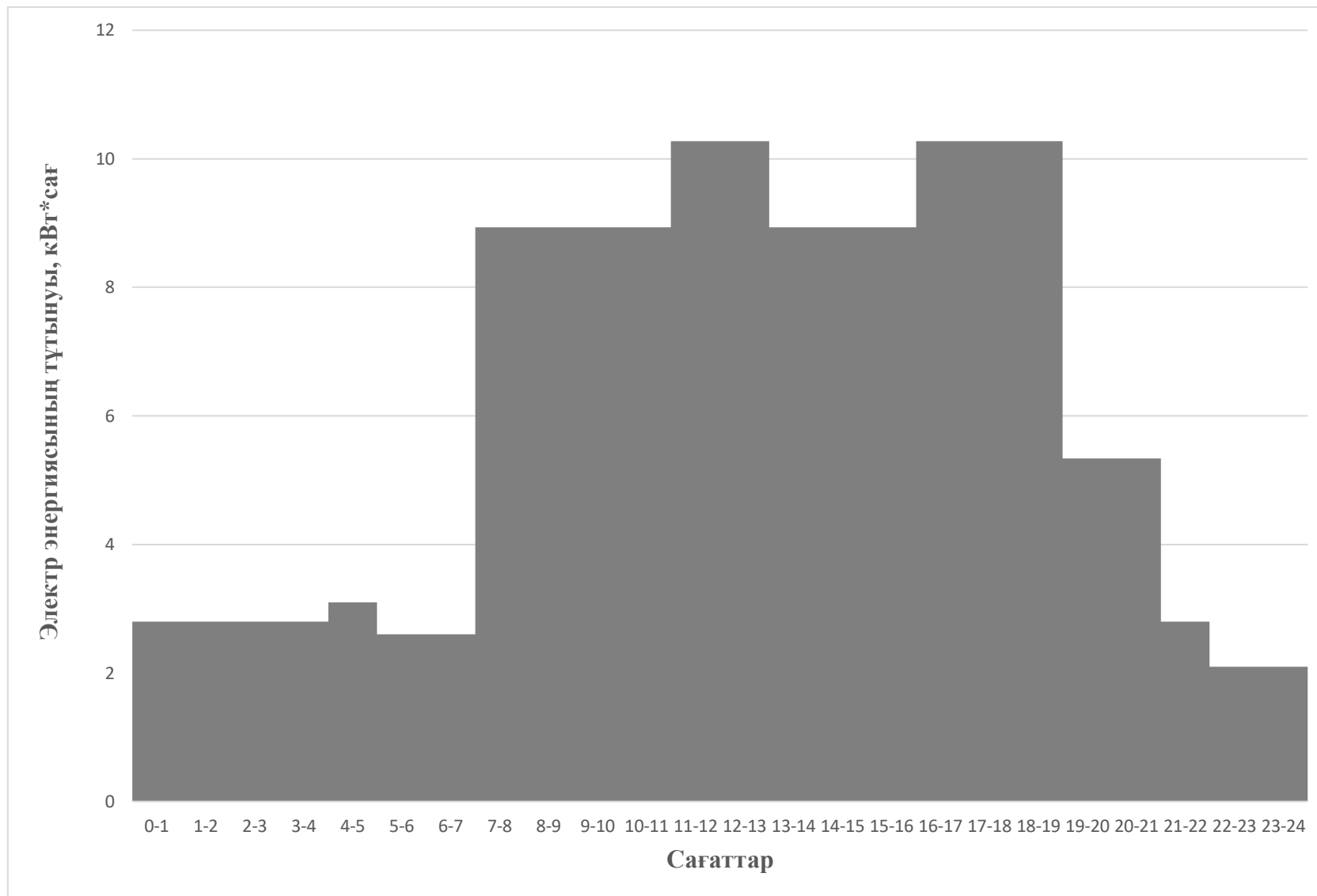
#### 1.4 Электр энергиясын тұтынууды есептеу

Уақыт бойынша тұтынушылардың жүктемесінің өзгеруі әдетте электр жүктемелерінің графигі түрінде бейнеленген. Жүктеме графигі – бұл уақыт бойынша активті, реактивті және толық қуаттың өзгеруі. Жүктеме графиктері тәуліктік (0 – ден 24 сағатқа дейінгі аралықта жүктеменің өзгеруі) және жылдық (0 – ден 8760 сағатқа дейін) кұрылады.

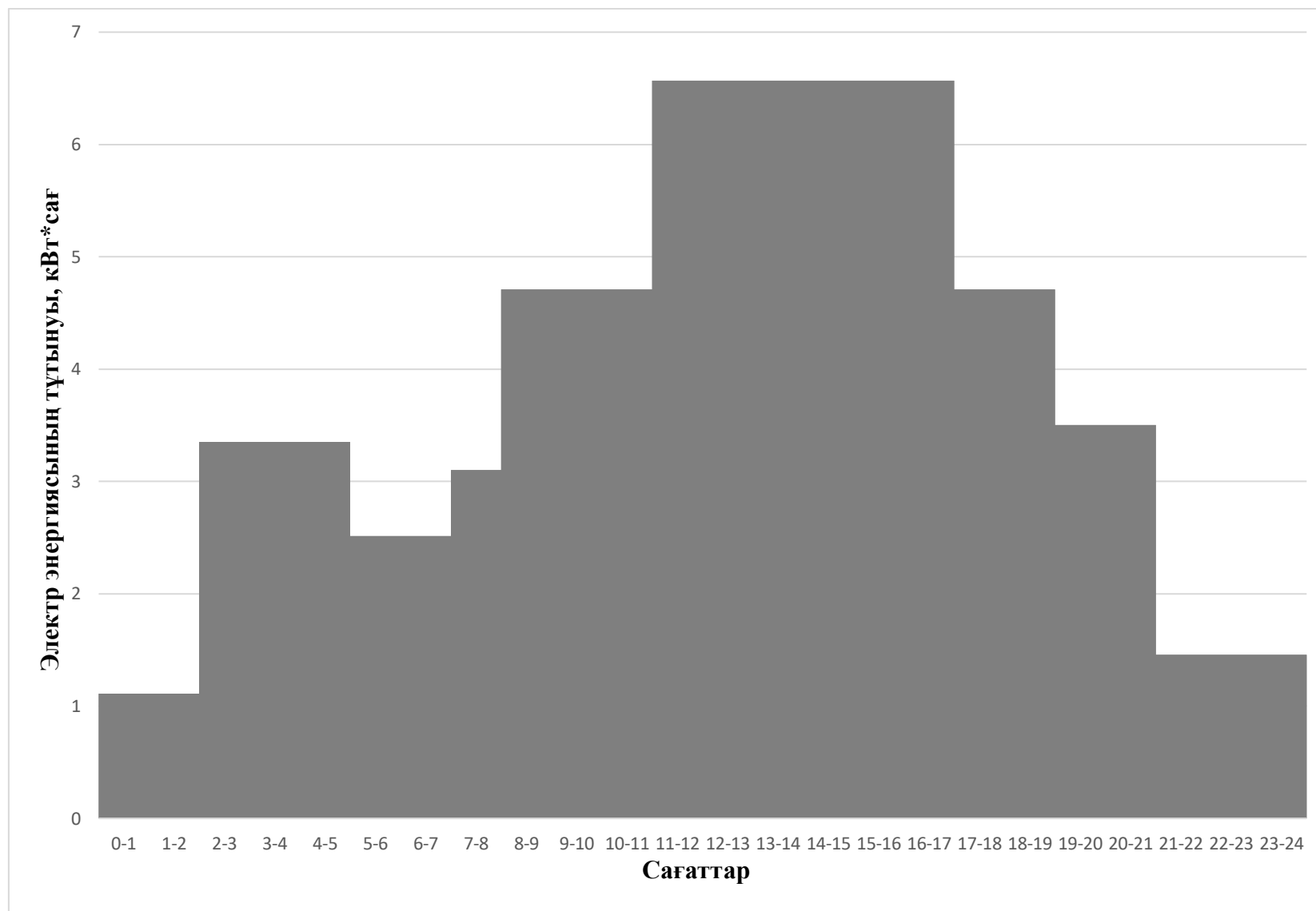
Тұтынушылардың электр энергиясын тұтынуын қысқы және жазғы мезгілдердегі сағаттар бойынша 4-кестеге енгіземіз. Мәліметтер бойынша электр энергиясын тәуліктегі тұтынудың қыс және жаз мезгіліндегі графигін (4, 5 - суреттер), тәуліктегі электр энергиясын тұтынудың біріктірген графигін (6 - сурет) және жүктеменің жылдық графигін (7 - сурет) тұрғызамыз.

**4 - кесте – Электр энергиясын тәулік сағаттары бойынша тұтынудың жиынтығы (қыс және жаз айлары бойынша) кВт·сағ**

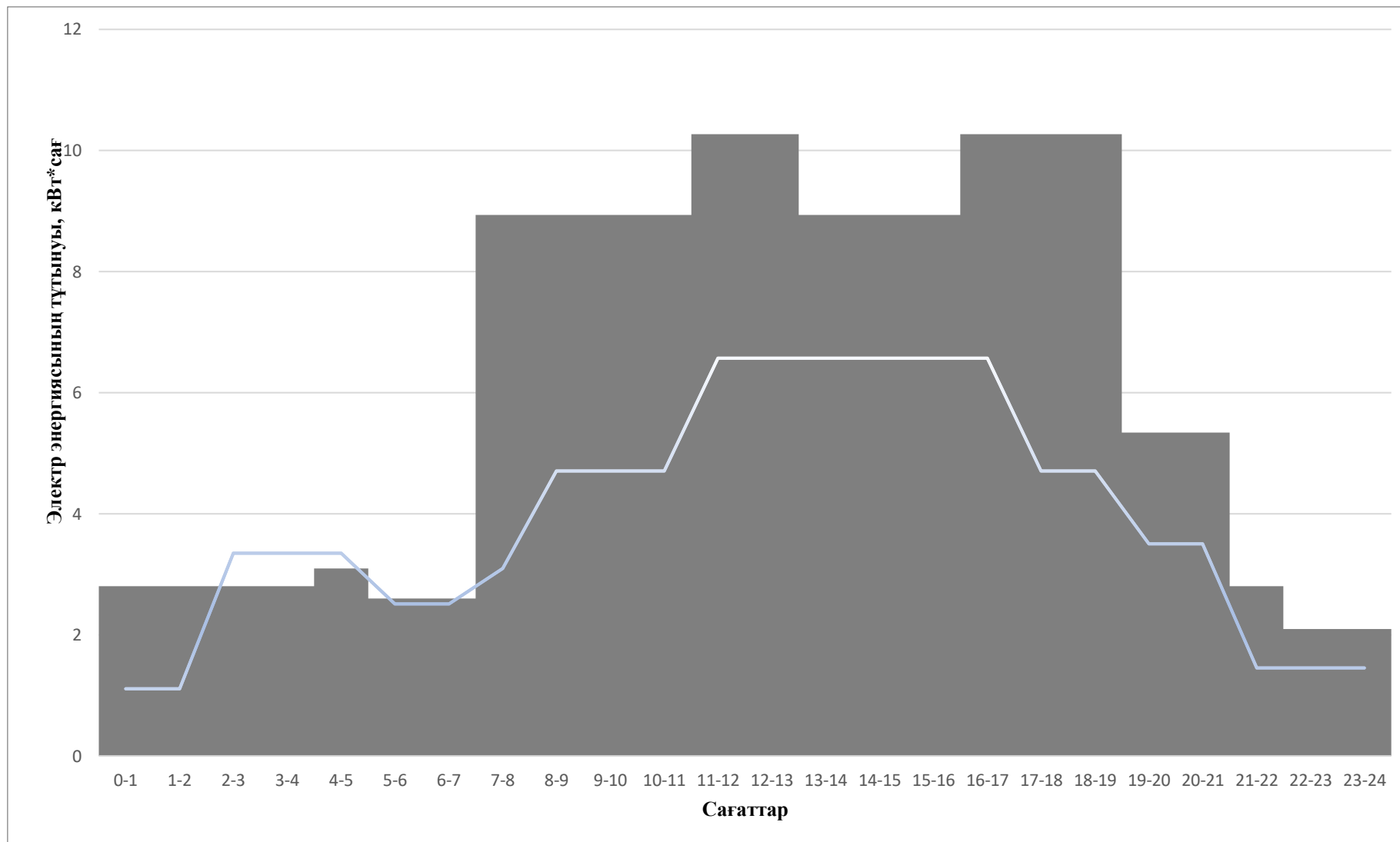
Қыс айлары бойынша												
Сағаттар	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Электр энергиясының тұтынуы	2,801	2,801	2,801	2,801	3,1	2,605	2,605	8,934	8,934	8,934	8,934	10,271
Сағаттар	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Электр энергиясының тұтынуы	10,271	8,934	8,934	8,934	10,271	10,271	10,271	5,338	5,338	2,801	2,1	2,1
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	3,351	3,351	3,351	2,514	2,514	3,1	4,708	4,708	4,708	6,57
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	6,57	6,57	6,57	6,57	6,57	4,708	4,708	3,5	3,5	1,456	1,456	1,456



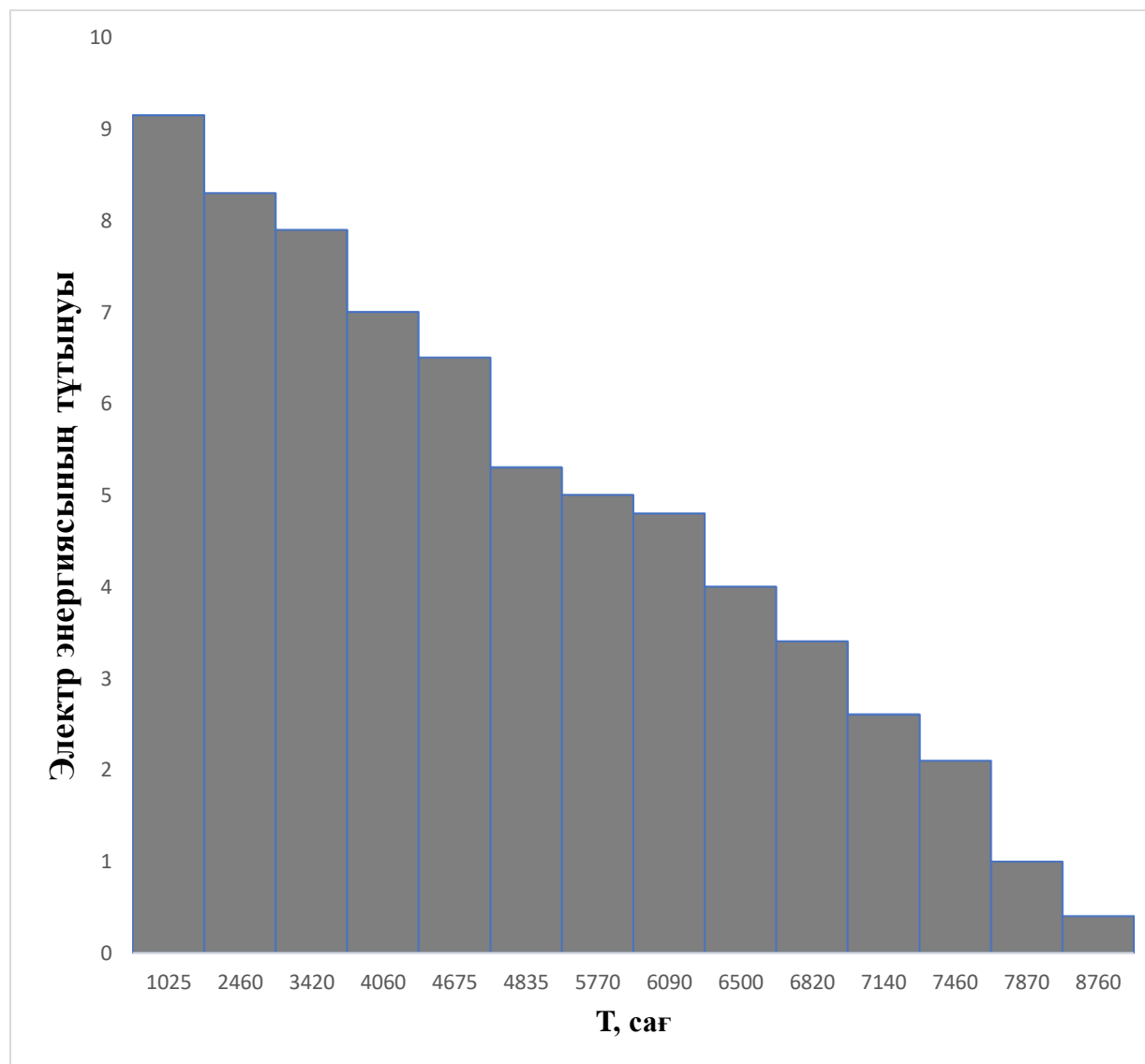
**4 -сурет – Электр энергиясын тәуліктегі тұтыну графигі (Қыс)**



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



**6 - сурет – Тәуліктегі электр энергиясын тұтынудың біріктірілген графигі (ашық көк түспен қыс, сұр түспен жаз айлары бойынша)**



**7 - сурет – Электр жүктеменің жылдық графигі**

## 2 Күн электр станциясының қуатын есептеу

### 2.1 Күн электр станциясының жұмыс режимін есептеу

Күн электр станциясы – энергияны күннен алады және соған сәйкес күн батареяларының саны мен түрін таңдамас бұрын фотоэлектрлік модульдердің (ФЭМ) жұмыс режимін есептеу керек: мезгілдік және жылдық.

Ол үшін бізге күн радиациясының мәні қажет (6-кесте).

6 – кестеде КЭС орнатылатын орын үшін күн радиациясының үлестік айлық және жиынтық жылдық мәндері көрсетілген.

#### 6 - кесте – Күн радиациясының меншікті шамасы

Ай	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Құркүйек	Қазан	Қараша	Желтоқсан
$E_{мен},$ кВт*сағ/ (м <sup>2</sup> ·күніне)	1,27	2,09	3,02	4,09	5,53	5,76	5,86	5,17	3,85	2,38	1,31	1

6 – кестеден көріп отырғанымыздай, КЭС-ті оңтайлы пайдалану наурыздан қыркүйекке дейінгі кезеңде болады, КЭС-тің өндірілген энергиясының минималды мәні қазаннан ақпанға дейін болады.

Республикада күн сәулесінің орташа жылдық ұзақтығы өте үлкен 2000 – 3000 сағатты құрайды және рельефке де байланысты. Қызылордада бұл көрсеткіш 3042 – ге тең. Мұндай күн сәулесінің түсу ұзақтығы Оңтүстіктің географиялық ендігімен ғана емес, сондай-ақ жылдың жылы мезгілінде бұлттылықтың болмауымен де түсіндіріледі. Яғни оңтүстікте жылына 260 күн болатыны анықталды.

Әрі қарай, күн радиациясының айлық және жалпы жылдық мәндерін (3.1) формула бойынша есептеп, деректерді 5 – кестеге енгіземіз.

$$E = E_{мен} \cdot n_{күн} , \quad (8)$$

мұнда  $n_{күн}$  – берілген айдағы күндер саны.

Мысалы, қаңтардағы күн радиациясын есептейік ( $n_{күн} =$  қаңтарда 31 күн).

$$E = 1,27 \cdot 31 = 39,37 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{м}^2.$$

Қалған мәндерді есептеп, 7 – кестеге енгіземіз.

7 - кесте – Айлық және жылдық күн радиациясының мәні

Ай	$E_{\text{мен}}, \text{кВт} \cdot \text{сағ} / (\text{м}^2 \cdot \text{күніне})$	$n_{\text{күн}}, \text{күндер}$	$E_{\text{ай}}, \text{кВт} \cdot \text{сағ} / \text{м}^2$
Қаңтар	1,27	31	39,37
Ақпан	2,09	28	58,52
Наурыз	3,02	31	93,62
Сәуір	4,09	30	122,7
Мамыр	5,53	31	171,43
Маусым	5,76	30	172,8
Шілде	5,86	31	181,66
Тамыз	5,17	31	160,27
Қыркүйек	3,85	30	115,5
Қазан	2,38	31	73,78
Қараша	1,31	30	39,3
Желтоқсан	1	31	31
Барлығы		365	1259,95

ФЭМ жұмысының рационалды режимін анықтау критерийі мынадай формула бойынша табылады:

$$k_{\text{рад}} = \frac{E_{\text{жыл}}}{E_{\text{ай}}}, \quad (9)$$

мұнда  $E_{\text{жыл}}$  –көлденең беттегі жиынтық радиацияның орташа жылдық суммасы, кВт · сағ / м<sup>2</sup>;

$E_{\text{ай}}$  – көлденең бетке жиынтық радиацияның орташа айлық суммасы, жыл ішіндегі ең азы алынады, кВт · сағ/м<sup>2</sup>.

$k_{\text{рад}}$  коэффициенті күн радиациясының ең аз болып саналатын күн айындағы күн радиациясының жыл бойына радиацияға қатынасын сипаттайды, сондықтан егер бұл қатынас 50 – ден көп болса, онда ФЭМ үшін жұмыс режимі маусымдық, егер 50 – ден аз болса – жыл бойыны таңдау керек деп айтуға болады.

$$k_{\text{рад}} = \frac{1259,95}{31} = 40,64$$

$k_{\text{рад}}$  мәні 50 – ден аз болғандықтан, ФЭМ қолдану үшін жыл бойыны таңдаймыз.



## 2.2 КЭС – тегі ФЭМ түрін, санын және орналасуын таңдау

### 2.2.1 ФЭМ түрін таңдау

Фотоэлектрлік жүйелерді құрудың негізгі компоненті – фотоэлектрлік модульдер (ФЭМ).

Күн панельдерінің жіктелуі өндіріс түріне, жұмыс принципіне, сондай-ақ қолданылатын материалға негізделген. Күн панельдері пленка және кремний түрінде болуы мүмкін. Кремний күн панельдері монокристалды, поликристалды және аморфты болып бөлінеді.

Монокристалды күн панельдері дәстүрлі қара немесе қою көк реңге ие. Мұндай панельдер алюминий жақтаумен қапталған және соққыға төзімді әйнекпен жабылған. Бұл элементтер өте тиімді, өнеркәсіптік үлгілер 16% аймағында нақты пайдалы әсер коэффициентін көрсетеді, сондықтан бұл типтегі элементтер поликристаллға қарағанда 1 Ваттқа қарағанда қымбатырақ. Олардың қызмет ету мерзімі өте ұзақ, 50 жылға жетуі мүмкін.

Ашық көк түсті поликристалды күн батареялары монокристаллға қарағанда едәуір арзан. Олар үшін элементтер кремнийдің жалғыз кристалынан жасалмайды, сондықтан кремний атомдары кездейсоқ осында салынған. Қазір поликристалды панельдің орташа тиімділігі 13-15% құрайды. Алайда, қол жетімділіктің кеңдігіне байланысты дәл осы типтегі элементтер күн энергиясына мүмкіндігінше арзан қол жеткізгісі келетін тұтынушылар арасында өте кең таралған. Олардың ең ұзақ қызмет ету мерзімі – 25 жыл.

Жоғарыда сипатталған екі түрдің артықшылықтары мен кемшіліктерін біріктіретін күн батареяларының тағы бір түрі – аморфты күн батареяларындағы батареялар. Аморфты аккумуляторлар үлкен беткейге ие болуы мүмкін, олар майысады, салмағы аз және бұлтты ауа-райында жақсы жұмыс істейді. Алайда, бұл батареялардың жалпы тиімділігі тек 5-6% құрайды.

6 – кестеге сәйкес қазаннан ақпанға дейін төмен инсоляцияны ескере отырып, монокристалды ФЭМ таңдаймыз.

### 2.2.2 ФЭМ санын анықтау

Күн панельдерінің қуатын есептеу оларды дұрыс таңдаумен бірге күн электр энергиясының қажетті мөлшерімен қамтамасыз ету үшін қажет.

Күн батареясының ауданын есептейміз, м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{кэс}} = \frac{P_{\text{жүкт}}}{P_{\text{ФЭМ}}}, \quad (10)$$

мұнда  $P_{жүкт}$  – әр нысан үшін 2 кестеден есептелген жалпы жүктеме мәні, кВт

$P_{ФЭМ}$  – ФЭМ беретін ең жоғары меншікті қуат, Вт/м<sup>2</sup>.

Сымдардағы, күн контроллеріндегі және инверторлардағы шығындарға, сондай-ақ жүктеменің ықтимал ұлғаюына және пайдалану кезінде ФЭМ тиімділігінің біртіндеп аздап төмендеуіне байланысты 2 – кестеден әрбір объектінің қуатын 20 – 25 % - ға арттырамыз.

Сонда

$$P_{жүкт} = P_{ес. жүкт} \cdot 1,2 = 9150 \cdot 1,2 = 10980 \text{ Вт}$$

$P_{ФЭМ орт}$  – ФЭМ – нің есептелетін орташа қуаты, Вт/м<sup>2</sup>;

$$P_{ФЭМ орт} = P_{ФЭМ} \cdot \eta, \quad (11)$$

$P_{ФЭМ}$  – номиналды жарықтандыру жағдайында ФЭМ беретін ең жоғары меншікті қуат, Вт/м<sup>2</sup>

$\eta$  – монокристалды ФЭМ пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) орта есеппен 15-тен 22% - ға дейінгі мәнді құрайды. Біз 19% орташа мәнін қабылдаймыз .

$$P_{ФЭМ орт} = 1000 \cdot 0,19 = 190 \text{ Вт.}$$

ФЭМ – ді есептелген қуатқа жақын келетін таңдаймыз.

### 8 - кесте – ТСМ–200В(24) ФЭМ–нің энергетикалық сипаттамалары

Өлшемі,мм	Кернеуі, В	Қуаты, Вт	Салмағы, кг	Қысқа тұйықталу тогы, А	Бос жүріс кернеуі, В	ПӘК, %
1338×992×43	24	200	17,4	5,88	42	18,31

Күн батареясының ауданын табамыз:

$$S_{кэс} = \frac{10980}{190} = 57,79 \text{ м}^2.$$

Келесі таңдалған ФЭМ ауданын анықтаймыз:

$$S_{фэм} = 1,338 \cdot 0,992 = 1,327 \text{ м}^2.$$

Тиісінше, КЭС панелінің санын келесідей есептейміз:

$$N_{\text{кэс}} = \frac{S_{\text{кэс}}}{S_{\text{фэм}}}, \quad (12)$$

$$N_{\text{кэс}} = \frac{57,79}{1,327} = 43,6 \text{ дана.}$$

Мәнді жақын мәнге дейін жуықтаймыз, яғни 44 дана болады. Сәйкесінше, барлық КЭС және ФЭМ – ның номиналды қуаты төмендегідей анықталады, кВт:

$$P_{\text{кэс}} = N_{\text{кэс}} \cdot P_{\text{фэм}}, \quad (13)$$

$$P_{\text{кэс}} = 44 \cdot 200 = 8800 \text{ Вт} = 8,8 \text{ кВт.}$$

Күн батареясы өндіретін электр энергиясы ПӘК пен модульдердің сапасы, сондай-ақ, климаттық жағдайларға байланысты.

6 – кестеден қажетті кезеңдегі күн радиациясының мәнін ала отырып оны 1000 – ға бөліп, шектік сағат деп аталатын мөлшерді аламыз. Яғни күн 1000 Вт/м<sup>2</sup> қарқынымен жарқырайтын шартты уақыт десек те болады.

$P_{\text{кэс}}$  қуаты бар КЭС таңдалған кезең ішінде келесідей энергия мөлшерін өндіреді:

$$W_i = \frac{k_i \cdot E_{\text{мені}} \cdot P_{\text{кэс}}}{1000},$$

мұнда  $E_{\text{мені}}$  – 6 – кестеден таңдалған кезең үшін радиация мәні;

$k_i$  – жаз және қыс кезеңдерінде тиісінше 0,5 және 0,7 – ге тең болатын коэффициент.

Мысалы, қаңтар айына есептеу жүргізейік:

$E_{\text{ай}} = 39,37 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{м}^2$  болса, онда энергия мөлшері:

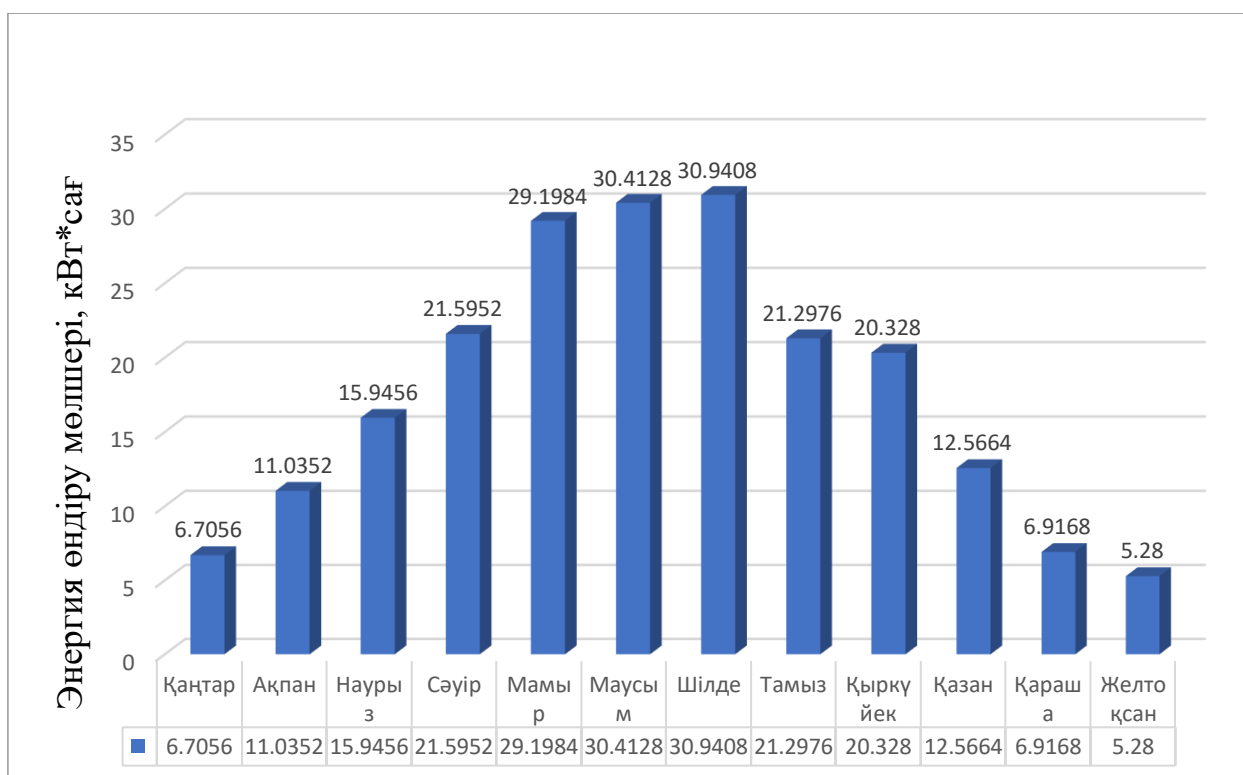
$$W_{\text{қаңт}} = \frac{0,6 \cdot 1,27 \cdot 8,8 \cdot 10^6}{1000} = 6,7 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Қалған мәндер 9 – кестеде көрсетілген.

## 9 - кесте – Энергияны КЭС –тің айға тәуелді өндіру

Ай	$E_{мен}, \text{кВт} \cdot \text{сағ} / (\text{м}^2 \cdot \text{күніне})$	$W_i, \text{кВт} \cdot \text{сағ}$
Қаңтар	1,27	6,7056
Ақпан	2,09	11,0352
Наурыз	3,02	15,9456
Сәуір	4,09	21,5952
Мамыр	5,53	29,1984
Маусым	5,76	30,4128
Шілде	5,86	30,9408
Тамыз	5,17	21,2976
Қыркүйек	3,85	20,328
Қазан	2,38	12,5664
Қараша	1,31	6,9168
Желтоқсан	1	5,28

9 – кестенің нәтижелері бойынша график 9 – суретте көрсетілген.



## 9 - сурет – «Ару Ана» түйе сүгін өңдейтін цех объектісінің ФЭМ электр энергиясының айлар бойынша есептік өндіру кестесі

9 – суреттен байқағандай, нысанның КЭС минималды өндірісі қыс айларының қаңтар және желтоқсан айларында ,сонымен қатар қараша айында

болады. Осыған сәйкес және нысанның қалыпты түрде жұмыс жасауы үшін қосымша күн электр станциясымен қатар жұмыс жасайтын жел генераторын қою туралы шешім қабылданды. ЖЭҚ ұзақ бұлтты күндері және қалың қар мен тұман болған жағдайларда қуат көзін тұтынуға мүмкіндік береді.

ЖЭҚ есебі келесі бөлімде көрсетілген.

### 2.2.3 Аккумуляторлық батареялардың түрі мен санын таңдау

Қондырғыға HGL-2-1000 қорғасын-қышқылды типтегі GEL 2V/1000 Ah аккумуляторлы батареясын орнатуға қабылдаймыз. HGL-2-1000 батареясының сипаттамалары 10 – кестеде көрсетілген.

Циклдік жұмыс режиміне арналған GEL технологиясы бойынша HGL-2-1000 қорғасын-қышқылды аккумуляторлы. Үлкен қуатты үздіксіз қоректендіру жүйелерінде, энергетика секторында, өнеркәсіп, цех, телекоммуникация және көлік салаларында қолданылады. GEL технологиясын қолдану батареяға қызмет көрсету қажеттілігін жояды, газдың бөлінуін барынша азайтады, циклдік режимде қызмет ету мерзімін және температуралық тұрақтылықты арттырады, пластиналардың биіктігі бойынша электролит тығыздығының біркелкі бөлінуін қамтамасыз етеді.

#### 10 - кесте - HGL-2-1000 батареясының сипаттамасы

АКБ сипаттамасы	Шамалары
АКБ номиналды сыйымдылығы	1000 ампер
Шығыс кернеуі	2 В
Энергиясыйымдылығы	2000 Вт
Технология	GEL
Гарантия	3 жыл
Қосу типі	M8(диаметрі 20 мм клемма тік болт үшін 5мм )
Габариттері	475 × 175 × 330
Салмағы	63,5 кг
Қолдану аймағы	Жалпы қолдану
Қызмет көрсету мерзімі	20 жыл
Ішкі кедергісі	0,6 мОм

Аккумуляторлық батареяның энергиясыйымдылығы оның номиналды сыйымдылығының кернеуге көбейтіндісі ретінде анықталады.

$t_{нв}$  жүктеме қуатымен қамтамасыз ету уақытында КЭС аккумуляторлық батареясының сыйымдылығының шығыны  $\Delta C$  келесідей анықталады:

$$\Delta C = \frac{P_{\text{жүк}}}{U_H} \cdot \Delta t_{\text{нв}} = \frac{P_{\text{жүк}}}{U_H} \cdot (24 - \Delta t_{\text{дв}}), \quad (14)$$

мұнда  $P_H$  – номиналды жүктеме қуаты, 2 – кестедегі әрбір нысан үшін қарастырылады;

$U_H$  – номиналды жүктеме кернеуі, 48 В қабылданады;

$\Delta t_{\text{нв}}$  – жаз мезгіліндегі тәуліктің түнгі уақыт аралығы  $\Delta t_{\text{нв}} = 10$  сағат, қыс мезгілінде  $\Delta t_{\text{нв}} = 16$  сағат;

$\Delta t_{\text{дв}}$  – тәуліктің күндізгі уақыт аралығы, 16 сағат ретінде қабылданады.

Қысқы уақытта нысанның батареясы үшін сыйымдылық шығынын есептейміз:

$$\Delta C = \frac{P_{\text{жүк}}}{U_H} \cdot \Delta t_{\text{нв}} = \frac{10980}{48} \cdot 16 = 3660 \text{ А} \cdot \text{сағ.}$$

КЭС АКБ разрядталу дәрежесі:

$$S_p = \frac{C_H - C_{\text{min}}}{C_H} \cdot 100\% = \frac{\Delta C}{C_H} \cdot 100\%, \quad (15)$$

Бұл өрнектен КЭС үшін қажет АКБ сыйымдылығын табамыз:

$$C_{\text{абн}} = \frac{100}{S_p} \cdot \frac{P_{\text{наг}}}{U_H} \cdot \Delta t_{\text{нв}}, \quad (16)$$

мұнда  $S_p$  – АКБ разрядталу дәрежесін 70% деп, ал  $\Delta t_{\text{нв}} = 16$  сағ деп алынады.

Нысан батареясының сыйымдылығын анықтайық:

$$C_{\text{аб}} = \frac{100}{70} \cdot \frac{10980}{48} \cdot 16 = 5228,57 \text{ А} \cdot \text{сағ.}$$

Автономды КЭС АКБ сыйымдылығы келесі өрнек бойынша анықталады:

$$W = C_H \cdot U_H, \quad (17)$$

Түйінге тізбектей қосылған бірлік аккумуляторлы батареялардың саны:

$$n = \frac{U_H}{U_{аб}}$$

мұнда  $U_{аб}$  – жеке аккумулятор батареясының кернеуі. HGL-2-1000 батареясы үшін  $U_{аб} = 2В$ .

КЭС – тағы АКБ параллель түйіндер саны:

$$m = \frac{C_H}{C_{аб}}, \quad (18)$$

мұнда  $C_{аб}$  – жеке АКБ сыйымдылығы, HGL-2-1000 батареясы үшін  $C_{аб} = 1000А \cdot сағ$ .

Енді КЭС үшін батареясындағы жеке АКБ – ның жалпы саны келесідей анықталады:

$$N = n \cdot m, \text{ дана}, \quad (19)$$

Берілген формулалар бойынша АКБ санын анықтаймыз:

$$n = \frac{48}{2} = 24 \text{ дана};$$

$$m = \frac{5228,57}{1000} = 5,23 \text{ жуықтап } 5 \text{ дана алынады};$$

$$N = 24 \cdot 5 = 120 \text{ дана.}$$

Жүргізілген есептеу нәтижесі бойынша нысанға 120 дана аккумуляторлық батареялар алынды.

#### 2.2.4 Контроллер түрін анықтау

Күн контроллерін таңдау шарты келесідей:

- 1)  $U_{контр} \geq U_{ФЭМ}$  – күн контроллерінің кіріс кернеуі күн батареясы шығаратын ең жоғары кернеуге тең немесе одан көп болуы керек;
- 2)  $U_{контр} \geq U_{аб}$  – күн контроллерінің шығыс кернеуі ол зарядтайтын батареяның кернеуіне тең немесе одан үлкен болуы керек;
- 3)  $I_{контр} \geq I_{зар.аб}$  – күн контроллері шығаратын заряд тогы АКБ зарядының максималды тогынан үлкен немесе оған тең болуы керек;
- 4) Күн контроллері АКБ типіне сәйкес келуі қажет (яғни осы АКБ - ны зарядтай алуы шарт).

АКБ максималды тогы формуласы келесі формуламен анықталады, А:

$$I_{\text{зар.аб}} = 0,1 \cdot C_{\text{аб}} = 0,1 \cdot 1000 = 100 \text{ А}$$

Цех үшін параллель қосылған  $m$  АКБ түйінінің санына байланысты 100 А ток үшін 5 дана КЭС DOMINATOR MPPT 200/100 контроллерін таңдаймыз. Күн контроллерін таңдау шартына сәйкес 100 А зарядтау тогы және 200 В дейінгі күн батареясының кернеуі бар контроллері КЭС DOMINATOR MPPT таңдалды.

**11 - кесте – КЭС DOMINATOR MPPT 200/100 контроллерінің сипаттамасы**

Контроллер сипаттамасы	Шамасы
Максималды ток, А	100
Күн панельдерінен максималды кернеу, В	200
Күн панельдерінен максималды жұмыс кернеуі, В	185
Қолданылатын АКБ түрі	GEL, AGM, жабық, ашық, сілтілік, LiFePO4
АКБ кернеуі, В	12/24/36/48/96 автоматты таңдау
ПӘК, %	98
Салмағы, кг	5
Габариттері, см	35×12×21
Қорғаныс түрі	IP30

**2.2.5 Инвертор түрін таңдау**

Инвертор таңдау шарты келесідей:

1)  $U_{\text{инв}} \geq U_{\text{ФЭМ}}(U_{\text{АБ}})$  – инверторлардың кіріс кернеуі күн батареясы немесе батарея шығаратын ең жоғары кернеуге тең немесе одан көп болуы керек;

2)  $U_{\text{инв}} \geq U_{\text{сети}}$  – инвертордың шығыс кернеуі желінің қоректендірілетін тұтынушы кернеуіне тең болуы керек;

3)  $P_{\text{инв}} \geq P_{\text{общ,сети}}$  – инвертор шығаратын қуат 30 % - ға көбейтілген желінің қуатынан үлкен немесе оған тең болуы керек;

4) Инвертордың ең жоғары қуаты ең қуатты электр қабылдағыштың іске қосу қуатына сәйкес келуі немесе одан үлкен болуы керек;



5) Инвертор ол қоректендіретін желі сияқты жүйе, кернеу және жиілік болуы тиіс.

Инвертор қуатын 30 % - ға арттырып, есептейміз:

$$P_{\text{инв}} = P_{\text{ес.жүкт}} \cdot 1,3 = 9150 \cdot 1,3 = 11895 \text{ Вт.}$$

Есептелген КЭС үшін гибриді инверторлар қолайлы. Гибриді инверторлар қуат үшін КЭС және АКБ энергиясын да, негізгі желіні де пайдалана алады. Осы типтегі генераторлар зарядтау контроллерін және күн болмаған кезде қосымша қуат көзін қосуға мүмкіндік беретін зарядтағыштарды қамтиды.

Гибриді инверторлардың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) жоғары болады, олар күн батареяларындағы автономды электрмен жабдықтау жүйесінің жұмыс параметрлеріне оң әсер етеді.

Қуат бойынша талдау арқылы, МАП HYBRID 48-4.5 x 3 фазы (13.5 кВт) гибриді инверторы таңдалды. Инвертордың техникалық сипаттамасы 12 – кестеде көрсетілген.

#### 12 - кесте – МАП HYBRID 48 инвертор сипаттамасы

Сипаттамасы	Шамалары
Максималды қуаты, кВт	13,5
Кернеуі, В	48
Шығыс кернеуі, В	220-380
Жиілік, Гц	50
Номиналды қуаты, кВт	9
Ең жоғары қуаты, кВт	21
Габариттері, см	63×37×51

### 3 Жел қондырғысын есептеу (ЖЭҚ)

#### 3.1 Режимді есептеу және ЖЭҚ қойылатын талаптар

Цех ашық жерде және жел өте көп болатын аумақта орналасқандықтан ЖЭҚ қолданамыз.

ЖЭҚ – на қойылатын талаптар:

- 1) Жел агрегатынан 50 м қашықтықта жер деңгейінен 1,5 м биіктікте бір ЖЭҚ тудыратын дыбыс деңгейі 60 дБ – дан аспауы тиіс;
- 2) ЖЭҚ электр энергиясын өндіру үшін желдің жылдамдығы 2 м/с артық болуы тиіс, бірақ жылдамдығы 15 м/с артық болған кезде агрегат ажыратылуы тиіс;
- 3) Желдің орташа жылдық жоғары деңгейі болуы тиіс;
- 4) ЖЭҚ – да қызмет көрсетуші персоналды электр тогының соғуынан, ішкі немесе сыртқы сатылар бойынша көтерілу кезінде айналмалы және жылжымалы бөліктердің жарақаттануынан қорғау көзделуі тиіс;
- 5) ЖЭҚ қуаты есептеу нәтижелері бойынша бізге қажетті қуатқа сәйкес болуы қажет.

Жел энергиясын пайдалану ресурстарын бағалау үшін біз осы аймақтың жел потенциалын анықтаймыз.

Желдің интегралды энергетикалық сипаттамасы ретінде ағынның көлденең қимасының бірлігіне келетін жел ағынының меншікті күші (жел потенциалы) кеңінен қолданылады. Теориялық жел энергиясы потенциалы келесі формула бойынша бағаланады:

$$P_{\text{мен}} = 0,5 \cdot \rho \cdot (V^3)_{\text{орт}}, \quad (20)$$

мұнда  $\rho$  – атмосфералық қысым 760 мм сынап бағанасы мен 15 °С температурада теңіз деңгейінде 1,225 кг/м<sup>3</sup> тең ауа тығыздығы;

$(V^3)_{\text{орт}}$  – орташа жылдамдықтың кубы.

Орташа жылдамдықтың кубы келесідей өрнектеледі:

$$(V^3)_{\text{орт}} = 1,9 \cdot (V_{\text{орт}})^3, \quad (21)$$

Алынған өрнекті (20) формулаға қою арқылы келесі теңдеуді аламыз:

$$P_{\text{мен}} = 0,95 \cdot \rho \cdot (V_{\text{орт}})^3, \quad (22)$$

Формулаға (21) ауа тығыздығының мәнін ауыстырып, келесі жинақталған өрнекті аламыз:

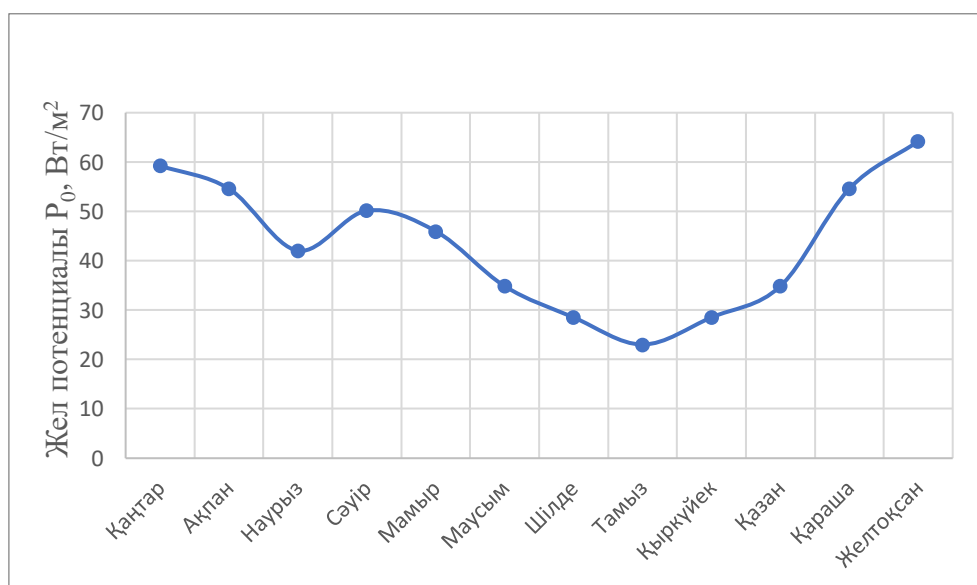
$$P_{\text{мен}} = 1,17 \cdot V_{\text{орт}}^3, \quad (23)$$

Нысанға орнатылған жергілікті метеостанцияның деректері бойынша (23) формулаға салып жел потенциалының есебін жүргіземіз және оларды – 13 – кестеге енгіземіз.

**13 - кесте – Деректер бойынша жел ағынының потенциалы**

Уақыт аралығы	$V_{орт}, м/с$	$P_0, Вт/м^2$
Қаңтар	3,7	59,26
Ақпан	3,6	54,59
Наурыз	3,3	42,04
Сәуір	3,5	50,16
Мамыр	3,4	45,98
Маусым	3,1	34,85
Шілде	2,9	28,53
Тамыз	2,7	23,03
Қыркүйек	2,9	28,53
Қазан	3,1	34,85
Қараша	3,6	54,59
Желтоқсан	3,8	64,2
Жылына	3,3	42,04

Кестеге сәйкес 10 – суретте жел потенциалының уақытқа тәуелді графигін құрамыз.



**10 - сурет – Жел потенциалының жыл мезгіліне тәуелділік графигі**

Осы график бойынша жел энергетикалық ресурстарын пайдалану қысқы – көктемгі кезеңде неғұрлым тиімді болады деп қорытынды жасауымызға болады, себебі бұл бізге КЭС – ның өте жақсы жұмыс жасауы үшін қажет.

(24) Вт·сағ формуласы бойынша аккумуляторлық батареяларды зарядтау үшін қажетті жел генераторының номиналды қуатын есептейміз:

$$P_{\text{жэқ}} = \frac{V_c}{\xi \cdot \eta_{\text{ген}}}, \quad (24)$$

мұнда  $\xi$  – жел энергиясын пайдалану коэффициенті. Жел энергиясын пайдалану коэффициенті жел доңғалағының түріне байланысты және профильді канатты репеллер үшін 35-40% құрайды.

$\eta_{\text{ген}}$  – Генератордың пайдалы әсер коэффициенті шамамен 80% құрайды;

$V_c$  – аккумуляторлардың зарядтау жылдамдығы (25) формуласы бойынша анықталады, Вт·сағ.

$$V_c = \frac{C_{\text{аб}}}{T_r}, \quad (25)$$

мұнда  $T_r$  – тәулік ішіндегі сағат саны, тиісінше 24 сағатқа тең.

$$V_c = \frac{C_{\text{аб}}}{T_r} = \frac{5228,57}{24} = 217,86 \text{ Вт} \cdot \text{сағ};$$

$$P_{\text{жэқ}} = \frac{217,86}{0,35 \cdot 0,8} = 778,07 \text{ Вт} \cdot \text{сағ}.$$

Осылайша, бізге номиналды қуаттылығы 1 кВт болатын жел генераторы қолайлы болып табылады.

### 3.2 ЖЭҚ типін таңдау

Жел генераторын таңдау шарты келесідей:

1)  $U_{\text{жэқ}} = U_{\text{сети}}$  – генератордың шығыс кернеуі желінің коректендірілетін тұтынушы (контроллер, АКБ) кернеуіне тең болуы керек;

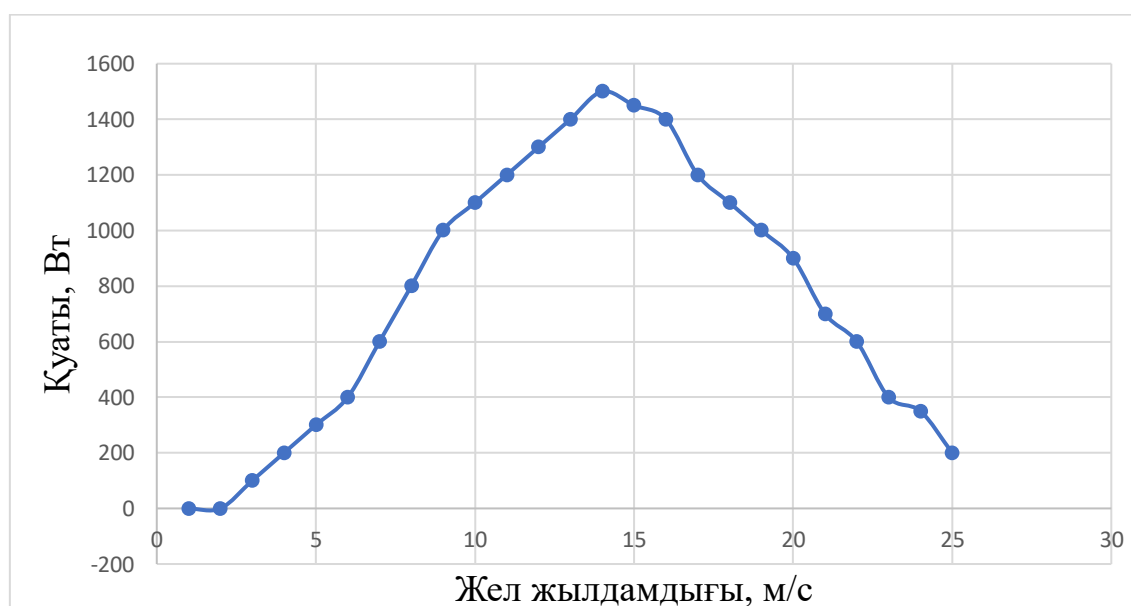
2)  $P_{\text{жэқ}} \geq P_{\text{сети}}$  – жел генераторының қуаты бізге қажет қуатқа сәйкес келуі керек немесе одан сәл артық болуы керек;

3) Жел генераторы желдің минималды және максималды күшіне есептелуі керек.

Қарастырылған таңдау шартына сәйкес және есептелген мәнге байланысты LOW WIND 48 1/1,5 кВт жел генераторын таңдаймыз. Бұл жер генераторының техникалық сипаттамасы 14 – кестеде көрсетілген. Ал жел жылдамдығының қуатқа тәуелді сипаттамасы 11 – суретте бейнеленген.

**14 - кесте – LOW WIND 48 1/1,5 кВт жел генераторының техникалық сипаттамасы**

Сипаттамасы	Шамалары
Типі	Көлденең жел арқылы айналатын көлденең ротор
Қалақ саны, дана	3
Номиналды/максималды қуаты, Вт	1000/1500
Ротор диаметрі, м	2,8
Номиналды/максималды жылдамдығы, м/с	10/40
Номиналды кернеуі, В	48
Генератор	Тұрақты магнитпен, 3 фаза, айнымалы ток
Салмағы, кг	75
Шум	60 м және 8м/с кезінде 28 дБ



**11 - сурет – Жел жылдамдығының қуатқа тәуелді сипаттамасы**

1/1,5 кВт жел генераторының жиынтығы мыналардан тұрады: ротордың жүздері, тұрақты магнит генератор, ротор, артқы нұсқаулық, артқы қалақтар.

### 3.3 Жел контроллерінің түрін таңдау

Жел контроллерін таңдау шарты келесідей:

1)  $U_{\text{контр}} \geq U_{\text{вэу}}$  — жел контроллерінің кіріс кернеуі берілетін жел қондырғысының максималды кернеуіне тең немесе одан көп болуы керек;

2)  $U_{\text{контр}} \geq U_{\text{аб}}$  – күн контроллерінің шығыс кернеуі ол зарядтайтын батареяның максималды кернеуіне тең немесе одан үлкен болуы керек;

3)  $I_{\text{контр}} \geq I_{\text{зар.аб}}$  – жел контроллері шығаратын заряд тогы батарея зарядының максималды тогынан үлкен немесе оған тең болуы керек, біздің жағдайда бұл қатты маңызды емес, себебі жел электр қуатын жеткізудің қосымша нүктесі болып табылады;

4) Жел контроллері АКБ типіне сәйкес келуі керек, біздің жағдайда қорғасын АКБ.

Жоғарыда аталғандарды негізге ала отырып, қондырғыға МРРТ контроллерін орнатамыз: КЭВ Dominator МРРТ 200 В 3 кВт. Бұл контроллердің сипаттамасы 15 – кестеде көрсетілген.

**15 - кесте – КЭВ Dominator МРРТ 200 В 3 кВт техникалық сипаттамасы**

Сипаттамасы	Шамасы
Максималды қуаты, кВт	3
Максималды кернеу, В	200
ПӘК, %	98
АКБ кернеуі, В	12/24/48
Габариті, мм	35×12×21
Заряд контроллерінің типі	МРРТ
Салмағы, кг	9

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста «Ару-Ана» түйе сүтін өндейтін цех объектісін күн және жел электр станциялары арқылы электрмен жабдықтау қарастырылған. Осыған сәйкес, автономды нысанды электрмен жабдықтау үшін жүктемені есептеп және жасанды жарықтандыру мен электр энергиясын тұтынуды қарастырып қажетті графиктерді алдық. Өр түрлі жыл мезгілдері және тәуліктегі жүктеме өзгерісі бойынша тұтыну графигі тұрғызылды.

Цех нысанының энергетикалық қажеттіліктерін талдау арқылы сүт цехының жүктемесін негізгі топтарға бөлдік.

Цех үшін қорек көзі ретінде күн және жел электр станциялары таңдалды (КЭС, ЖЭС). Осыған байланысты қорек көзі ретінде таңдалған станциялардың келесідей элементтері есептелді: қуаттары, жұмыс режимдері, АКБ түрі мен саны, инвертор және контроллер, ФЭМ түрі мен саны және орналасуы таңдалды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Лукутин. Б. В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие / Б. В. Лукутин – Томск: Изд-го Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.

2 Шиелі Ауданы Әкімдігі ФБ парақшасынан (2018) «Шиеліде сүт өнімдері өндіріледі «Ару ана» түйе сүтін өңдеу цехы» , *Шиелі аудандық қоғамдық-саяси газет*, 25 қазан, р. <https://osken-onir.kz/zhanalyk/6828-shielde-st-nmder-ndrled-aru-ana-tye-stn-deu-cehy.html>.

3 Мұрат Жетпісбаев (2020) "'Ару Ана" шағын цехы', *Egemen Qazaqstan*, 25 декабрь, р. <https://egemen.kz/article/259560-arabtardy-tanhdandyrghan-aru-ana>.

4 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.

5 Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений. -2-е изд./Б.И.Кудрин.- Москва.:Интернет Инжиниринг, 2006. -672 с.

6 Расчет электрических нагрузок [Электронный ресурс]:/Проектируем электрику вместе-Москва, 2013.

7 Андрей Повный (2020) Виды солнечных батарей: монокристаллические, поликристаллические, тонкопленочные, Available at: <http://electricalschool.info/energy/2114-vidy-solnechnyh-batarey.html> (Accessed: 2019).

8 Виды контроллеров для солнечных батарей и как выбирать. [Электронный ресурс] : /Электрика в доме. – Москва, 2017. – Режим доступа: <http://electricadom.com/kontroller-dlya-solnechnyh-batarej-i-kak-vybirat.html>

9 Инвертор для солнечных батарей. [Электронный ресурс] /SolarSoul.net// – 2017. – Режим доступа: <http://solarsoul.net/invertor-dlyasolnechnyx-batarej>

10 Ветрогенератор LOW WIND 48 1/1,5 кВт. [Электронный ресурс] : /Компания МикроАРТ – 2017. – Режим доступа: [http://www.invertor.ru/zzz/item/storm\\_use\\_48\\_3](http://www.invertor.ru/zzz/item/storm_use_48_3)

11 КЭВ Dominator MPPT 200 В 3 кВт.[Электронный ресурс]: /Компания МикроАРТ – 2017. – Режим доступа: [http://www.invertor.ru/zzz/item/kev\\_mppt\\_dominator](http://www.invertor.ru/zzz/item/kev_mppt_dominator)

12 Online калькулятор солнечной, ветровой и тепловой энергии [Электронный ресурс] : / ООО "Гелиос Хаус. - Москва, 2017. - Режим доступа: <http://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html>.

13 ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 01.07.1997. – Москва: Стандартинформ, 2012. –20 с.