

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

«Допущен к защите»  
Заведующий кафедрой ЭПП  
Бакенов К.А. к.т.н., доцент  
(Ф.И.О., ученая степень, звание)  
«    » 2014 г.  
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Анализ эффективности использования ветро-  
электроустановок для электроснабжения населенного  
пункта "Кордай"  
Специальность ЭВ071800 - Электроэнергетика

Выполнил (а) Мусеубаев А.А. ВИЭ-10-2  
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Тенкин С.М. к.т.н.  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Самиева А.Ш., к.э.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«10» июня 2014 г.  
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Оздалшрова Д.М. ст. преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«25» июня 2014 г.  
(подпись)

по применению вычислительной техники:

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«    » 20 г.  
(подпись)

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«    » 20 г.  
(подпись)

Нормоконтролер: Мухтагулова Б.Н., преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«10» июня 2014 г.  
(подпись)

Рецензент:  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
«    » 20 г.  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Электроэнергетический  
Специальность 5В071800 - Электроэнергетика  
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта  
Студент Турсеубаев Азамат Аскарұлы  
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Анализ энергетической использования ветро-электроустановок для электроснабжения населенного пункта "Кордай".

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Населенный пункт "Кордай" состоит из:

1. 160 домов
2. 2 магазина, дом культуры
3. 2 бани, баляница, администрация
4. Школа на 190 учащихся
5. Детсад на 90 детей.
6. Капитале, закупающегося мелкими розеточными скотами.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1. Расчет нагрузок
2. Расчет внешнего освещения
3. Расчет энергетической нагрузки
4. Подбор низковольтных аппаратов
5. Определение питающего центра населенного пункта.
6. Определено годовой энергии ветра
7. Подбор ветряного агрегата
8. Подбор резерва
9. Проведение расчета экономико-технического обоснования.
10. Подбор УЗО и проведение расчета

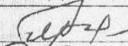
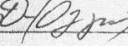
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Главная схема.
2. Структурная схема.
3. Однолинейная схема.
4. Характеристика ветровых установок.
5. Характеристика ветровых установок.

Рекомендуемая основная литература

1. И.А. Бугако, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов, Энергоснабжение сельского хозяйства - М.: Колос, 2000, - с. 536
2. Ратеев Е.М., Ветро двигатели и ветроустановки, - Москва, 1948
3. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию, Под общей редакцией Федорова М. 2 том Электрооборудование. - М.: Энергоатомиздат, 2001 - 592 с

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономические ОТ и ОС	Вашева Л.Ш, Оздалмурва Д.М	15.04-10.06.14 25.04-25.05	 



## **Аңдатпа**

Дипломдық жобада қайта жаңғыртылатын энергия көздер көмегімен «Кордай» елдімекендер үшін электрмен жабдықтау жүйесі қарастырылған еді. Желдікұрылғылар арасында салыстырулар жүргізілді, олардан экономикалық тиімдісін таңдадым.

Экономикалық бөлімі бойынша бөлімдер орындалған ,Жел-Биогаз системасының негіздемесін қолданылуы бөлімдер орындалған. Жобаның экономикалық тиімділігінің анализін жүргіздім. Оміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде жерлеу қорғанысы және ғимаратпен құрылғылардың найзағайдан қорғау есептері қарастырылған.Резевтік энергия козі ретінде биожанармай, демек биогаз қолданылады.

## **Аннотация**

В дипломном проекте было рассмотрена схема электроснабжения населенного пункта «Кордай» с помощью возобновляемых источников энергии. Было произведено сравнение между ветроустановками, из них выбрал экономически выгодную.

Выполнены разделы по экономической части, то есть экономическое обоснование использования системы «Ветер-Биогаз». Провел анализ экономической эффективности проекта. В разделе безопасности жизнедеятельности рассчитано защитное заземляющее устройство и рассмотрена молниезащита зданий и оборудования. Как резервный источник энергий используется биотопливо, т.е. биогаз.

## **Annotation**

In the thesis project was considered power supply circuit of the village "Kordai" using renewable energy sources. Was compared between the wind turbines, of which chose cost-effective.

Submitted sections on the economic part, that is, economic justification for the use of the "Wind-Biogaz". Analyzed the cost-effectiveness of life safety proekta.V section designed protective earthing system and lightning considered buildings and equipment. As a reserve source of energy that is used biofuels biogas.

## Содержание

Список сокращений и обозначений	6
Введение	7
1 Справка по описаниям нагрузок	9
1.1 Краткая характеристика электрической нагрузки населенного пункта	9
1.2 Нагрузка внешнего освещения	11
1.3 Расчет электрической нагрузки населенного пункта	11
2 Подбор низковольтных аппаратов	18
2.1 Подбор проводников для выясненных нагрузок	18
2.2 Подбор автоматических выключателей	30
3 Определение питающего центра населенного пункта	34
4 Определение годовой энергии ветра	36
4.1 Скорость ветра	36
4.2 Влияние ветроэнергетики на экологию	37
4.3 Технология производства электроэнергии ветряной установкой	37
4.4 Расчет годовой энергии ветра	40
5 Подбор ветряного агрегата и технико-экономическое обоснование	44
5.1 I набросок	44
5.2 II набросок	48
5.3 III набросок	53
5.4 Подбор ветряного агрегата и анализ раздела технико-экономического обоснования	57
5.5 Подбор инвентора	58
5.6 Подбор выпрямителя	60
6 Выбор резерва	62
6.1 Производство биогаза	62
6.2 Энергия биогаза	63
6.3 Состав биогаза и принцип работы	64
6.4 Размещение БГУ-1 в Казахстане	65
6.5 Проведение расчета по определению биогазовой электрической установки по числу коров в населенном пункте	66
7 Безопасность для жизнедеятельности	69
7.1 Молниезащита объекта	69
7.2 Расчет зануления	72
7.3 Защита от шума	78
8 Экономический раздел	83
8.1 Общие сведения	83
8.2 Рынок сбыта	84
8.3 Виды услуг и товаров	84
8.4 Экологическая информация	84
8.5 Инвестиционный план	85

8.6	Расчет экономической эффективности	88
	Заключение	91
	Список использованной литературы	92
	Приложение А. Определение координат населенного пункта	94
	Приложение Б. Использование компьютерной техники	99

## Список сокращений и обозначений

УЗО	- устройство защитного отключения
БГУ	- биогазовое устройство
ВЭУ	- ветроэлектроустройство
ВЭИ	- возобновляемые источники энергии
КИУМ	- коэффициент использования установленной мощности
ВЭС	- ветро электростанция
ОРУ	- открытые распределительные устройства
ЗРУ	- закрытые распределительные устройства



## Введение

К понятию «устойчивое развитие» относится постепенный переход от энергетики на основе топки в качестве обязательного компонента органической древесины (нефти, газа и т.д.) к нетрадиционной (альтернативной) энергетике, использующей переработанные экологически чистые источники энергии – солнца, ветра, энергии биомассы, подземной теплоэнергии и т.д.

Необходимо признать возможность появления системы, основанной на переработанных источниках энергии, единой стабильной системы, обеспечивающей энергией, отвечающей нашим энергетическим потребностям, как и то, что основной причиной изменений климата является углеводородное топливо, что было отмечено в послании международной экологической организации Гринпис главам государств.

Известны основные преимущества переработанной энергии: сравнительная экологическая безвредность в связи с практической не уничтожаемостью ресурса и отсутствием дополнительного влияния, загрязняющего окружающую среду. На сегодняшний день развитие нетрадиционной энергетики сдерживается недостаточностью технического уровня промышленных методов.

Растет интерес к потреблению источников нетрадиционной, перерабатываемой энергии, как в жилищно-строительной сфере, так и в прочих сферах жизнедеятельности человечества.

За прошедшее десятилетие заслуживает внимания развитие ветроэнергетики. Направление энергетики, связанной с энергией ветра называется ветроэнергетикой. Установки, классифицирующиеся по ветровой, электрической, тепловой и прочей энергии называются ветроэнергетическими установками (ВЭУ).

В связи с периодичностью ветра на 60-90% является приемлемой средняя скорость ветра от 3 до 10 м/с, что делает возможным применение только в регионах с устойчивым направлением ветра.

Биогаз – газ, получаемый окислением биомассы водородом или метаном. Метановое расщепление биомассы достигается тремя видами бактерий. Первый вид – гидролизный, второй - кислотнообразующий, третий, метаноформирующий. В производстве биогаза принимают участие не только группа бактерий, но и все три вида.

Биогазовые установки оснащены блоковыми тепло-электро центрами, производящими тепловую и электрическую энергии. Данные инструменты очень просты в использовании и не требуют частого ремонта. Чтобы считать установку качественной необходимо ввести в нее несколько элементов: реактор, размешиватель, газголи, газовую систему, насосную станцию, сепаратор, вместимость геоомогенизации, средства управления, система обеспечения безопасности, визуализированные КИПиА. В общем случае,

биогазовая установка – это средство для преобразования органических отходов в биогаз.

Поэтому *цель* данного дипломного проекта заключается в проектировании системы по обеспечению электричеством населенных пунктов.

В дипломном проекте приведены следующие обязанности:

- расчет нагрузок;
- расчет внешнего освещения;
- расчет электрической нагрузки;
- подбор низковольтных аппаратов;
- определение питающего центра населенного пункта;
- определение годовой энергии ветра;
- подбор ветряного агрегата;
- подбор резерва
- проведение расчета экономико-технического обоснования
- подбор УЗО и проведение расчета.

# 1 Справка по описаниям нагрузок

## 1.1 Краткая характеристика электрической нагрузки населенного пункта

В нашей стране множество населенных пунктов, сельских округов расположены вдали от электростанций. Некоторые населенные пункты порой даже не обеспечены электроэнергией и остаются без освещения. Поэтому, необходимы производство, доставка и обеспечение нетрадиционной переработанной для таких населенных пунктов. Рассматриваемый мною населенный пункт состоит из 160 домов, больницы, способной принять 150 человек за 1 смену, 2 магазинов, бани, школы на 190 учащихся, детсада на 90 детей, административной части, дома культуры на 160 человек, а также - комплекса, занимающегося мелким рогатым скотом.

Этот населенный пункт расположен в Кордайском районе Джамбульской области. В этом регионе периодичность ветра является выше 7 м/с, поэтому среди всех видов нетрадиционной энергии – ветряной агрегат является приемлемым для применения. В качестве резерва приемлемо использовать биогаз, из-за наличия скотоводства в этом регионе. Биогаз – это газ, получаемый в результате окисления метаном. Использование вредных отходов весьма полезно с экологической и экономической сторон.

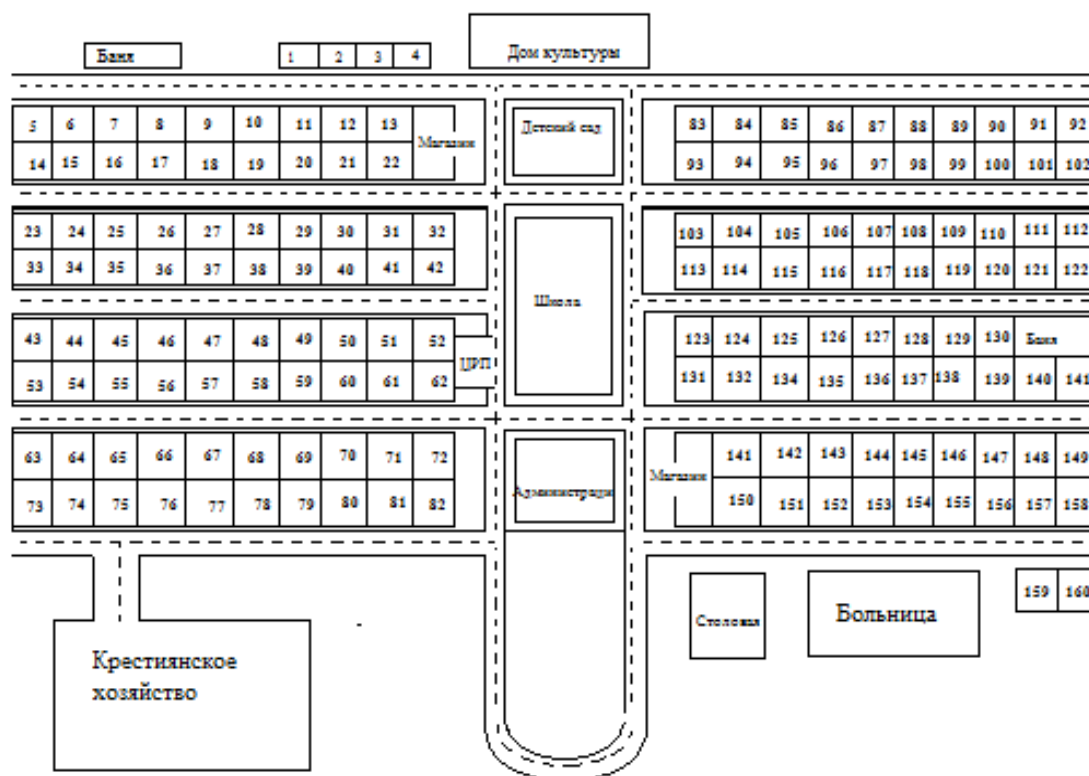


Рисунок 1.1 – Основной план населенного пункта

Таблица 1.1 – Электрические нагрузки населенного пункта

№	Наименование	Установленная мощность, кВт	Дневная максимальная мощность кВт/квар		Вечерняя максимальная мощность, кВт/квар		K <sub>о</sub>
			P <sub>max.күн</sub>	Q <sub>max.күн</sub>	P <sub>max.кеш</sub>	Q <sub>max.кеш</sub>	
1	Больница населенного пункта за 1 смену принимает 150 человек	17	15	8	30	20	1
2	Магазин с различным ассортиментом, имеющий 2 рабочих места	2	2	-	4	-	0,8
3	Баня, рассчитанная на 20 человек	9,43	8	5	8	5	0,9
4	Дом культуры, рассчитанный на 200 человек	5,83	5	3	14	8	1
5	Детсад, рассчитанный на 90 детей	13,42	12	6	8	4	1
6	Столовая с электрообогревателем, рассчитанная на 35 человек	22,36	20	10	10	4	1
7	Жилой дом без кондиционера	2,95	2,8	0,92	5,2	1,2	0,9
8	Жилой дом с кондиционером	3,57	3,28	1,4	5,6	2	0,9
9	Баня, рассчитанная на 20 человек	9,43	8	5	8	5	0,9
10	Магазин с различным ассортиментом, имеющий 2 рабочих места	2	2	-	4	-	0,8
11	Школа, рассчитанная на 190 учащихся	15,65	14	7	20	10	1
12	Акимат населенного пункта, имеющая отделение связи	7,62	7	3	3	-	1
13	Двор, рассчитанный на 600 коров	21,4	17	13	17	13	0,9

продолжение таблицы 1.1

14	Место для приплода	12	12	-	12	-	0,8
15	Ветеринарное отделение	3	3	-	3	-	0,8
16	Место, отведенное для телят	6,4	5	4	8	6	0,9
17	Кормохранилище, рассчитанное на 200 тонн	10	8	6	6	4	1

## 1.2 Нагрузка внешнего освещения

Нагрузку внешнего освещения населенного пункта мы сможем выяснить по «методической инструкции, предназначенной для расчета электрической нагрузки в узлах 0,38-110 кВ, установленных в сельском хозяйстве».

Рассчитываемая нагрузка дороги с твердым покрытием, протяженностью 10 метров является 7 Вт/м [22]. Если обратить внимание на то, что общая длина дороги составляет 1,5км, то нагрузка уличного освещения равна следующему:

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{лам}} \cdot l = 7 \cdot 1,5 = 10,5 \text{ кВт.} \quad (1.1)$$

## 1.3 Расчет электрической нагрузки населенного пункта

Электрическую нагрузку населенного пункта мы сможем выяснить по «методической инструкции, предназначенной для расчета электрической нагрузки в узлах 0,38-110 кВ, установленных в сельском хозяйстве», составленной проектировщиками сельскохозяйственной энергии.

Расчет электрической нагрузки в узле 0,38 кВ производится путем умножения односезонного коэффициента на нагрузку дневного максимума и нагрузку ночного максимума, и обобщения всех нагрузок в районе расположения линий.

Количественную дневную нагрузку выясним так:

$$P_{\text{день}} = K_{\text{о}} \cdot \sum P_{\text{день}} \quad (1.2)$$

Количественную ночную нагрузку определяем следующим образом:

$$P_{\text{ночь}} = K_{\text{о}} \cdot \sum P_{\text{ночь}} \quad (1.3)$$

Здесь  $K_0$  – односезонный коэффициент; [1, таблица 3.5];

$P_{\text{день}}, P_{\text{ночь}}$  – дневная и ночная нагрузки.

На рисунке 1.2 отображена проведенность линий по населенным пунктам. Проводим линии по правой и левой стороне каждой улицы. Обеспечиваем населенные пункты через эти линии.

Для выяснения дневной и ночной нагрузок проводим расчет по всем линиям, указанным в чертеже, применяя равенство 1.2 и 1.3.

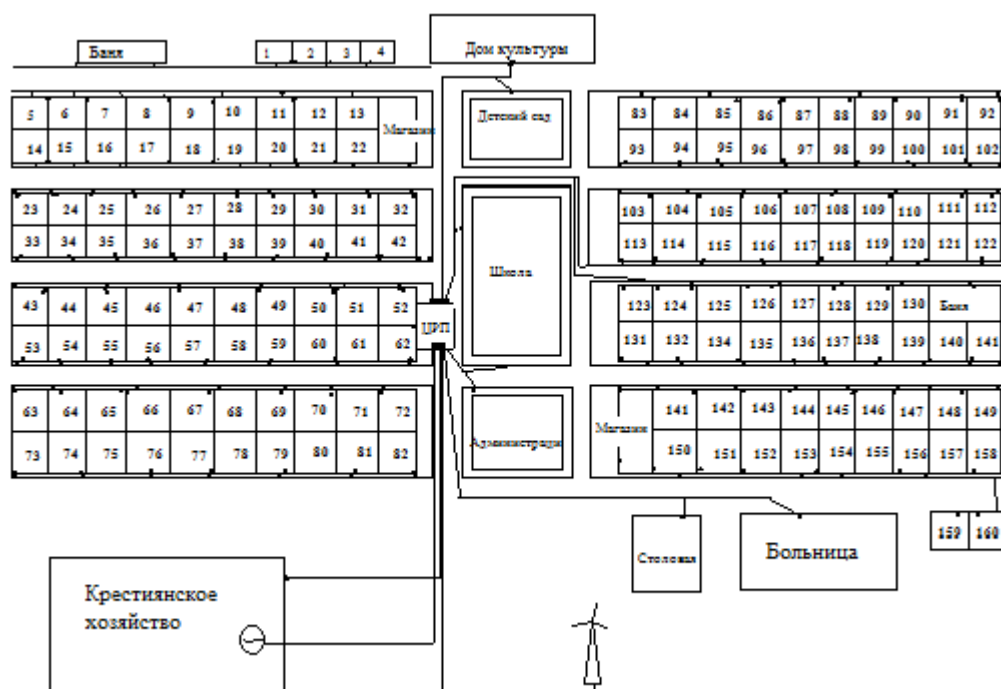


Рисунок 1.2 – Чертеж подключения нагрузок населенного пункта к линии

Дневная нагрузка:

1 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ1}} = 8 \cdot 0,9 + 4 \cdot 2,8 \cdot 0,55 = 13,36 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 4, то  $K_0=0,55$ .

2 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ2}} = 9 \cdot 2,8 \cdot 0,45 + 2 \cdot 0,8 = 12,94 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_0=0,45$ .

3 – по линии:

$$P_{\text{дeнь3}} = 9 \cdot 2,8 \cdot 0,45 = 11,34 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_o=0,45$ .

4 – по линии:

$$P_{\text{дeнь4}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

5 – по линии:

$$P_{\text{дeнь5}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

6 – по линии:

$$P_{\text{дeнь6}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

7 – по линии:

$$P_{\text{дeнь7}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

8 – по линии:

$$P_{\text{дeнь8}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

9 – по линии:

$$P_{\text{дeнь9}} = 10 \cdot 2,8 \cdot 0,42 = 11,76 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

10– по линии:

$$P_{\text{дeнь10}} = 17 \cdot 0,9 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,8 + 5 \cdot 0,9 + 8 \cdot 1 = 39,8 \text{ кВт}.$$

11 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ11}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 13,776 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

12 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ12}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 13,776 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

13 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ13}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 13,776 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

14 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ14}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 13,776 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

15 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ15}} = 8 \cdot 0,47 \cdot 3,28 + 8 \cdot 0,9 = 19,53 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 8, то  $K_o=0,47$ .

16 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ16}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 13,776 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

17 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ17}} = 9 \cdot 0,45 \cdot 3,28 + 2 \cdot 0,8 = 8,93 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_o=0,45$ .

18 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ18}} = 11 \cdot 0,42 \cdot 3,28 = 15,15 \text{ кВт},$$



где из-за того, что количество подключенных к сети домов 11, то  $K_o=0,42$ .

19 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ19}} = 20 \cdot 1 + 15 \cdot 1 = 35 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 2, то  $K_o=0,75$ .

20 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ20}} = 5 \cdot 1 + 12 \cdot 1 = 17 \text{ кВт}.$$

21 – по линии:

$$P_{\text{ДЕНЬ21}} = 14 \cdot 1 + 7 \cdot 1 = 21 \text{ кВт}.$$

Этим же порядком рассчитываем ночную нагрузку:

1 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ1}} = 8 \cdot 0,9 + 4 \cdot 5,2 \cdot 0,55 = 18,64 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 8, то  $K_o=0,55$ .

2 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ2}} = 9 \cdot 5,2 \cdot 0,45 + 4 \cdot 0,8 = 24,26 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_o=0,45$ .

3 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ3}} = 9 \cdot 5,2 \cdot 0,45 = 21,06 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_o=0,45$ .

4 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ4}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

5 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ5}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

6 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ6}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

7 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ7}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт}.$$

8 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ8}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

9 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ9}} = 10 \cdot 5,2 \cdot 0,42 = 21,84 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

10 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ10}} = 17 \cdot 0,9 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,8 + 8 \cdot 0,9 + 6 \cdot 1 = 40,5 \text{ кВт}.$$

11 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ11}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

12 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ12}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

13 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ13}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

14 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ14}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

15 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ15}} = 8 \cdot 0,47 \cdot 5,6 + 8 \cdot 0,9 = 28,256 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 8, то  $K_o=0,47$ .

16 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ16}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 10, то  $K_o=0,42$ .

17 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ17}} = 9 \cdot 0,45 \cdot 5,6 + 4 \cdot 0,8 = 25,88 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 9, то  $K_o=0,45$ .

18 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ18}} = 11 \cdot 0,42 \cdot 5,6 = 25,87 \text{ кВт},$$

где из-за того, что количество подключенных к сети домов 11, то  $K_o=0,42$ .

19 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ19}} = 10 \cdot 1 + 30 \cdot 1 = 40 \text{ кВт}.$$

20 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ20}} = 14 \cdot 1 + 8 \cdot 1 = 22 \text{ кВт}.$$

21 – по линии:

$$P_{\text{НОЧЬ21}} = 20 \cdot 1 + 3 \cdot 1 = 23 \text{ кВт}.$$

## 2 Подбор низковольтных аппаратов

### 2.1 Подбор проводников для выясненных нагрузок

Доставка и распределение электроэнергии потребителям осуществляются по электролиниям. Проводники электролиний могут быть обособленными и необособленными. Обособленные проводники устанавливаются в защищенном и незащищенном виде. Разделитель обособленного проводника покрывается металлическим покрытием, что необходимо для защиты от механических повреждений. На необособленных проводниках таких покрытий не имеется. Подбор марок проводки, кабеля, типа линии, метода реализации выясняется по характеристике окружающей среды.

Для этого выясним падение напряжения в конце линии на линиях 0,38 кВ.

$r_0$ -зависимое сопротивление [23].

1 сеть:  $L_1=0,114$  км;  
 $L_2=0,066$  км.  
1 – жилой дом;  
2 – баня.  
СИП-4 (4x50) личное сопротивление  $r_0=0,641$  Ом/км.

$$R_i=L \cdot r_0; \quad (2.1)$$

$$R_1=L \cdot r_0=0,114 \cdot 0,641=0,07 \text{ Ом};$$

$$R_2=0,06 \cdot 0,641=0,038 \text{ Ом};$$

$$I_i = \frac{P}{U}; \quad (2.2)$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{3}{0,22} = 13,6 \text{ A};$$

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{7,2}{0,22} = 32,7 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i ; \quad (2.3)$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2 \cdot [(13,6+32,7) \cdot 0,07+32,7 \cdot 0,038] =2 \cdot [3,2+1,2]=8,8 \text{ В}.$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

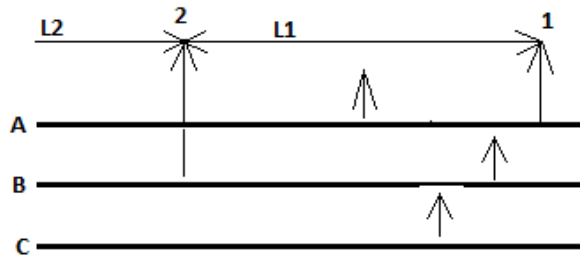


Рис. 2.1 – Расположение потребителей по фазе

2 сеть:  $L_1=0,092$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1 – магазин;  
 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x50) личное сопротивление  $r_0=0,641$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,092 \cdot 0,641=0,06 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,641=0,015 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,641=0,03 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{3,2}{0,22} = 14,5 \text{ A};$$

$$I_{2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,34}{0,22} = 10,6 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[(14,5+10,6 \cdot 3) \cdot 0,06+10,6 \cdot 3 \cdot 0,015+10,6 \cdot 2 \cdot 0,03+10,6 \cdot 0,015]=8,1 \text{ В}.$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

3 сеть:  $L_1=0,086$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км.  
 1, 2, 3 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,086 \cdot 0,868=0,07 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868=0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868=0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3} = \frac{P}{U} = \frac{2,34}{0,22} = 10,6 A;$$

$$\Delta U = 2 \sum I_i \cdot R_i = 2[10,6 \cdot 3 \cdot 0,07 + 10,6 \cdot 2 \cdot 0,02 + 10,6 \cdot 0,04] = 6,1 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

4 сеть:  $L_1 = 0,052 \text{ км};$

$L_2 = 0,024 \text{ км};$

$L_3 = 0,048 \text{ км};$

$L_4 = 0,024 \text{ км}.$

1, 2, 3, 4 – жилой дом.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0 = 0,868 \text{ Ом/км}.$

$$R_1 = L \cdot r_0 = 0,052 \cdot 0,868 = 0,045 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4} = 0,024 \cdot 0,868 = 0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 0,048 \cdot 0,868 = 0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,34}{0,22} = 10,6 \text{ А};$$

$$\Delta U = 2 \sum I_i \cdot R_i = 2[10,6 \cdot 4 \cdot 0,045 + 10,6 \cdot 3 \cdot 0,02 + 10,6 \cdot 2 \cdot 0,04 + 10,6 \cdot 0,02] = 7,2 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

5 сеть:  $L_1 = 0,022 \text{ км};$

$L_2 = 0,024 \text{ км};$

$L_3 = 0,048 \text{ км};$

$L_4 = 0,024 \text{ км}.$

1, 2, 3, 4 – жилой дом.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0 = 0,868 \text{ Ом/км}.$

$$R_1 = L \cdot r_0 = 0,022 \cdot 0,868 = 0,019 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4} = 0,024 \cdot 0,868 = 0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 0,048 \cdot 0,868 = 0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,18}{0,22} = 9,9 \text{ А};$$

$$\Delta U = 2 \sum I_i \cdot R_i = 2[9,9 \cdot 4 \cdot 0,019 + 9,9 \cdot 3 \cdot 0,02 + 9,9 \cdot 2 \cdot 0,04 + 9,9 \cdot 0,02] = 4,7 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

6 сеть:  $L_1=0,012$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,012 \cdot 0,868=0,01 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868 =0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,18}{0,22} = 9,9 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[9,9 \cdot 4 \cdot 0,01+9,9 \cdot 3 \cdot 0,02+9,9 \cdot 2 \cdot 0,04+9,9 \cdot 0,02]=3,96 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

7 сеть:  $L_1=0,022$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,022 \cdot 0,868 =0,019 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868 =0,04 \text{ Ом.}$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,18}{0,22} = 9,9 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[9,9 \cdot 4 \cdot 0,019+9,9 \cdot 3 \cdot 0,02+9,9 \cdot 2 \cdot 0,04+9,9 \cdot 0,02]=4,7 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

8 сеть:  $L_1=0,032$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,032 \cdot 0,868=0,027 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868=0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868=0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,18}{0,22} = 9,9 \text{ А};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[9,9 \cdot 4 \cdot 0,027+9,9 \cdot 3 \cdot 0,02+9,9 \cdot 2 \cdot 0,04+9,9 \cdot 0,02]=5,3 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

9 сеть:  $L_1=0,062 \text{ км};$

$L_2=0,024 \text{ км};$

$L_3=0,048 \text{ км};$

$L_4=0,024 \text{ км.}$

1, 2, 3, 4 – жилой дом.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868 \text{ Ом/км.}$

$$R_1=L \cdot r_0=0,062 \cdot 0,868=0,05 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868=0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868=0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,18}{0,22} = 9,9 \text{ А};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[9,9 \cdot 4 \cdot 0,05+9,9 \cdot 3 \cdot 0,02+9,9 \cdot 2 \cdot 0,04+9,9 \cdot 0,02]=7,1 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

10 сеть:  $L_1=0,1 \text{ км.}$

1 – ветеринарное отделение.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868 \text{ Ом/км.}$

$$R_1=L \cdot r_0=0,1 \cdot 0,868=0,0868 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{24,38}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 35,23 \text{ А};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2 \cdot 35,23 \cdot 0,0868=6,1 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .



11 сеть:  $L_1=0,172$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км;  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x50) личное сопротивление  $r_0=0,641$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,172 \cdot 0,641=0,1 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,641=0,015 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,641=0,03 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,35}{0,22} = 10,7 \text{ A}.$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[10,7 \cdot 4 \cdot 0,1+10,7 \cdot 3 \cdot 0,015+10,7 \cdot 2 \cdot 0,03+10,7 \cdot 0,015]=11 \text{ В}.$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

12,13 сеть:  $L_1=0,132$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,132 \cdot 0,868=0,01 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868 =0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,35}{0,22} = 10,7 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[10,7 \cdot 4 \cdot 0,01+10,7 \cdot 3 \cdot 0,02+10,7 \cdot 2 \cdot 0,04+10,7 \cdot 0,02]=4,28 \text{ В}.$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

14,18 сеть:  $L_1=0,142$  км;  
 $L_2=0,024$  км;  
 $L_3=0,048$  км;  
 $L_4=0,024$  км.  
 1, 2, 3, 4 – жилой дом.  
 СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868$  Ом/км.

$$R_1=L \cdot r_0=0,142 \cdot 0,868=0,1 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868 =0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,35}{0,22} = 10,7 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[10,7 \cdot 4 \cdot 0,1+10,7 \cdot 3 \cdot 0,02+10,7 \cdot 2 \cdot 0,04+10,7 \cdot 0,02]=11 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

15 сеть:  $L_1=0,12 \text{ км};$

$L_2=0,072 \text{ км};$

$L_3=0,024 \text{ км.}$

1, 2 – жилой дом;

3 – баня.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868 \text{ Ом/км.}$

$$R_1=L \cdot r_0=0,12 \cdot 0,868 =0,01 \text{ Ом};$$

$$R_2=0,072 \cdot 0,868 =0,06 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2} = \frac{P}{U} = \frac{2,6}{0,22} = 11,8 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{P}{U} = \frac{7,2}{0,22} = 32,7 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[(11,8+11,8+32,7) \cdot 0,01+(11,8+32,7) \cdot 0,06+32,7 \cdot 0,02]=7,8 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

16,17 сеть:  $L_1=0,102 \text{ км};$

$L_2=0,024 \text{ км};$

$L_3=0,048 \text{ км};$

$L_4=0,024 \text{ км.}$

1,2,3,4 – жилой дом.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868 \text{ Ом/км.}$

$$R_1=L \cdot r_0=0,102 \cdot 0,868=0,088 \text{ Ом};$$

$$R_{2,4}=0,024 \cdot 0,868 =0,02 \text{ Ом};$$

$$R_3=0,048 \cdot 0,868=0,04 \text{ Ом};$$

$$I_{1,2,3,4} = \frac{P}{U} = \frac{2,35}{0,22} = 10,7 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[10,7 \cdot 4 \cdot 0,088+10,7 \cdot 3 \cdot 0,02+10,7 \cdot 2 \cdot 0,04+10,7 \cdot 0,02]=10,2 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

19 сеть:  $L_1=0,14 \text{ км};$

$L_2=0,04 \text{ км};$

$L_3=0,07 \text{ км}.$

1 – столовая;

2 – больница.

СИП-4 (4x70) личное сопротивление  $r_0=0,443 \text{ Ом/км}.$

$$R_1=L \cdot r_0=0,14 \cdot 0,443=0,06 \text{ Ом};$$

$$R_2=0,04 \cdot 0,443=0,017 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{18}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 26 \text{ A};$$

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{27}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 39 \text{ A};$$

$$\Delta U=2\sum I_i \cdot R_i=2[(26+39) \cdot 0,06+39 \cdot 0,017]=9,13 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

20 сеть:  $L_1=0,09 \text{ км};$

$L_2=0,03 \text{ км}.$

1 – детсад;

2 – дом культуры.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0=0,868 \text{ Ом/км}.$

$$R_1=L \cdot r_0=0,09 \cdot 0,868=0,078 \text{ Ом};$$

$$R_2=0,03 \cdot 0,868=0,03 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{10,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 15,6 \text{ A};$$

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{12,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 18,2 A.$$

$$\Delta U = 2 \sum I_i \cdot R_i = 2[(15,6 + 18,2) \cdot 0,078 + 18,2 \cdot 0,03] = 6,36 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

21 сеть:  $L_1 = 0,03$  км;

$L_2 = 0,03$  км.

1 – школа;

2 – акимат.

СИП-4 (4x35) личное сопротивление  $r_0 = 0,868$  Ом/км.

$$R_1 = L \cdot r_0 = 0,03 \cdot 0,868 = 0,03 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 0,03 \cdot 0,868 = 0,03 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 23,1 A;$$

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{6,3}{0,22} = 28,63 A;$$

$$\Delta U = 2 \sum I_i \cdot R_i = 2[(23,1 + 28,63) \cdot 0,03 + 28,63 \cdot 0,03] = 4,8 \text{ В.}$$

Необходимо, чтобы падение напряжения по ПУЭ не превышало  $\pm 5\%$ .

Во второй таблице показаны списки подобранных проводников. При подборе проводника должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{расчет}} \quad (2.4)$$

Таким образом, обращая внимание на расчеты, проведенные по падению напряжения и выполняя условия, я выбрал проводники СИП-4 согласно результатам [23]. Подобранные проводники отображены в таблице 2.2.

Проводник СИП 4 в скором времени будет применяться в строительстве ВЛ - 0,4 кВ. Данный вид проводников, согласно проектным документациям, внедряется благодаря некоторому спросу производителей арматур.

Подберем линии для северо-западных, юго-западных, юго-восточных, северо-восточных регионов, администрации, школы, детсада, дома культуры, столовой, больницы и скотоводства. В таблице 2.1 приведены проводники и кабели, подобранные для линий.



Рисунок 2.2 – Проводник СИП-4 и его подключение к столбу внешнего освещения



Рисунок 2.3 – Подключение проводника СИП-4 к столбу внешнего освещения

Таблица 2.1 – Проводники и кабели, подобранные для линий

Линий	Расчетный ток, А	Расчетная мощность, кВт	Подобрынные линий	Разрешенный ток, А
1	2	3	4	5
Северо-Западный	163,74	107,64	СИП-4 (4x70)	180
Юго-Западный	132,89	87,36	СИП-4 (4x50)	140
Скотоводство	61,6	40,5	АВВГ-(3x16)+(1x10)	67
Дом культуры, Детсад	35	23	АВВГ-(4x10)	50
Школа, Акимат	33	22	АВВГ-(4x10)	50
Северо-Восточный	143,11	94,08	СИП-4 (4x70)	180
Юго-Западный	157,5	103,53	СИП-4 (4x70)	180
Столовая, Закусочная	60,85	40	АВВГ-(3x16)+(1x10)	67

Таблица 2.2 Техническая характеристика проводников подобранных СИП-4 (производитель ОАО «Севкабель»)

Название участка	$P_{\text{ночь}}$ , кВт	Расчетный ток $I_{\text{расч}}$ , А	Подобранный кабель	Количество проводки и ном. разрез	Разрешенный ток $I_{\text{доп}}$ , А	Диаметр, мм	Термически постоянный ток, А	Электрическое сопротивлени фазового и нулевого провода при постоянном токе, Ом/км	Прочность разрыва токопровода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 – по линии	18,64	84,7	СИП – 4	4x50	140	29	3,2	0,641	7,3
2 – по линии	24,26	110,27	СИП – 4	4x50	140	29	3,2	0,641	7,3
3 – по линии	21,06	95,73	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
4 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
5 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
6 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
7 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
8 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
9 – по линии	21,84	99,27	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6

продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10 – по линии	23,52	106,9	СИП – 4	4x50	140	29	3,2	0,641	7,3
11 – по линии	23,52	106,9	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
12 – по линии	23,52	106,9	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
13 – по линии	23,52	106,9	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
14 – по линии	28,256	128,44	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
15 – по линии	23,52	106,9	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
16 – по линии	25,88	117,64	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6
17 – по линии	25,87	113	СИП – 4	4x35	115	24	2,3	0,868	5,6

18

## 2.2 Подбор автоматических выключателей

### 2.2.1 Автоматические выключатели

Автоматические выключатели используются для отключения и включения цепей напряжения и защиты от короткого замыкания в рабочем режиме.

В автоматах могут быть 3 типа выключателей:

а) тепловой выключатель, состоит из биметаллической пластины с обратной зависимостью тока, защищает от перенапряжения (рис. 4 а);

б) выключатель максимального тока – электромагнит, защищающий от (электромагнитных) коротких замыканий или тока достаточно высоко напряжения (рис. 4 б)

в) выключатель смешанного типа защищает как от высоких напряжений, так и от коротких замыканий. (рис. 4 в).

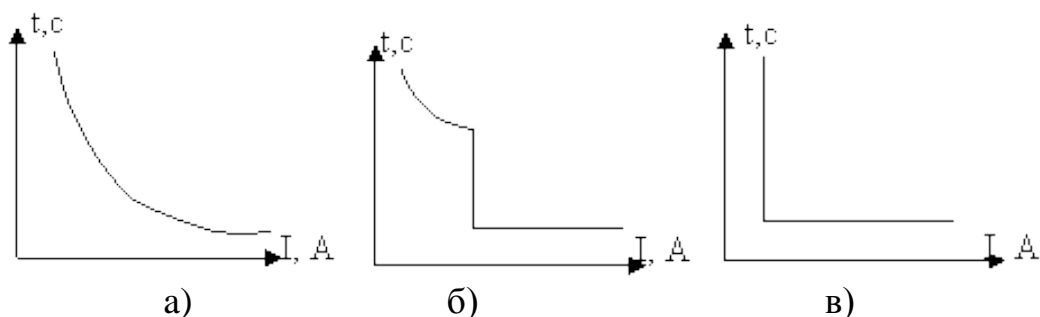


Рисунок 2.4 – Характеристики автоматических воздушных выключателей

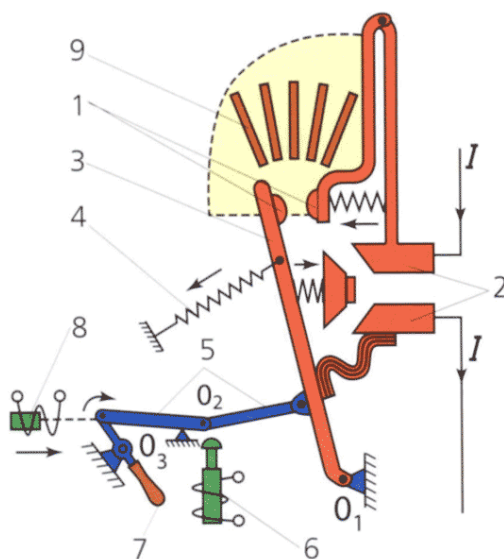


Рисунок 2.5 – Принципиальное строение автоматического выключателя



Установка автоматического выключателя состоит из дугогасительного контакта (1), основного контакта (2) контактного рычага (3), рессора (4) рычага механизма свободного расцепления (5), гасительного электромагнита (6), рукояти (7), активирующего электромагнита (8), дугогасительной пластинки (9).

### 2.2.2 Выключатели серии ВА

Новые выключатели серии ВА50 с током до 1600 А заменили устаревшие выключатели серии АЕ3700, АЕ20, АВМ и «Электрон».

Выключатели серии ВА75 с током до 4000 А полностью заменили выключатели серии АВМ и «Электрон».

Новые выключатели серии ВА решили множество проблем, связанных с защитой линий, увеличением мощности источников энергии, повышением ток короткого замыкания. Вместе с этим, уменьшение их габаритов дало возможность уменьшению размеров входящих в их состав устройств (КТП, КУ и т.д.).

Выключатели предназначены для работы в система постоянного и переменного тока. ВА75 можно подключить по два экземпляра к параллельной работе, в таком случае конечный ток станет 5000 А (2х2500 А) и 6300 А (2х4000 А). В этом случае, несмотря на распространение тока среди них, защита функционирует хорошо.

Если перед аварией линия не была нагружена выше  $0,7 I_{ном}$ , выключатели разрешают повышенную нагрузку до 3 часов в аварийном режиме.

Выключатели до 100 А являются только стационарными.

Выключатели до 160 А являются стационарными и недвижимыми.

Выключатели до 250 А и выше являются и стационарными и движимыми.

ВА75 (4000 А) только стационарный.

ВА75 (2500 А) только движимый.

Приводы выключателей управляются вручную или дистанционно.

ВА50 имеет электромагнитный привод.

ВА75 имеет привод электродвигателя (во время ремонта можно управлять вручную).

Подберем автоматические выключатели для каждой линии. То есть, мы подберем автоматические выключатели по мощности и току известных нам 8 линий. В таблице 2.2 отображены характеристики подобранных автоматических выключателей.

Чтобы подобрать автоматический выключатель, необходимо выполнить следующее условие:

$$I_{доп} \succ I_{есеп} \quad (2.5)$$

Таблица 2.3 – Характеристики подобранных автоматических выключателей

Название участка	$I_{рас}, A$	Выбранный выключатель	$I_{доп}, A$	Характеристика автоматического выключателя	Ток уставки, A
1	2	3	4	5	6
Северо – Западный	163,74	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Южно – Западный	132,89	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Скотоводство	61,6	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Дом культуры, Детсад	35	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Школа, Акимат	33	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Северо-Восточный	143,11	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Юго – Восточный	157,5	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250
Столовая, Закусочная	40	ВА 04-36	160А	Стационарный с электромагнитным приводом	250

### 2.2.3 Подбор по столбу

Дистанция подобранных проводников друг от друга должна составлять 30-35м. Длина 1 линии в населенном пункте равна 120м. Установим 5 столбов на 1 линию, сохраняя дистанцию в 35 м. Выберем тип столба как железобетон. Если мы установим 5 столбов на 1 линию, то для 14 линий необходимо 62 столба. На рис. 2.6. отображено подключение проводника СИП-4 к железобетонному столбу.



Рисунок 2.6 – Железобетонный столб

### 3 Определение питающего центра населенного пункта

По правилам, центр питания располагается в центральной нагрузке и от нее исходят 3-4 линии.

Центральная нагрузка определяется в плане объекта электроснабжения по координатам оси  $x$ ,  $y$ .

Координаты центральной нагрузки определяются следующими формулами:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_{pi} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_{pi}}; \quad (3.1)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_{pi} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_{pi}}. \quad (3.2)$$

где:  $x_i, y_i$  – координаты центральной нагрузки каждого потребителя;

$P_{pi}$  – количественная мощность каждого потребителя.

К данным формулам, координатам центральной нагрузки отдельных потребителей и в соответствии с их количественной мощностью в дополнении А приложены координаты питающего центра.

Выясним питающий центр для дневных нагрузок по формулам 3.1 и 3.2:  
 $x = (83 \cdot 2,8 + 95 \cdot 2,8 + 107 \cdot 2,8 + 119 \cdot 2,8 + 30 \cdot 8 + 531 \cdot 2,8 + 118 \cdot 2 + 531 \cdot 2,8 + 650 \cdot 2,8 + 650 \cdot 2,8 + 650 \cdot 2,8 + 650 \cdot 2,8 + 650 \cdot 2,8 + 170 \cdot 5 + 170 \cdot 12 + 170 \cdot 14 + 170 \cdot 7 + 2750 \cdot 3,28 + 2750 \cdot 3,28 + 2750 \cdot 3,28 + 2750 \cdot 3,28 + 2104 \cdot 3,28 + 2750 \cdot 3,28 + 2529 \cdot 3,28 + 2529 \cdot 3,28 + 646 \cdot 3,28 + 323 \cdot 8 + 221 \cdot 2 + 225 \cdot 20 + 275 \cdot 15 + 55 \cdot 45) / (2,8 \cdot 4 + 8 + 2,8 \cdot 9 + 2 + 9 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 5 + 12 + 14 + 7 + 10 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 8 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 9 \cdot 3,28 + 9 \cdot 3,28 + 2 \cdot 3,28 + 8 + 2 + 20 + 15) = 180 \text{ м};$

$y = (3108 + 2220 + 490 + 6363 + 5985 + 5950 + 5530 + 4830 + 4410 + 3710 + 3290 + 1400 + 2940 + 2590 + 875 + 8282 + 7790 + 6970 + 6478 + 4526,4 + 5166 + 3911,4 + 3468,6 + 606,8 + 1380 + 250 + 1800 + 1350 + 1955) / (2,8 \cdot 4 + 8 + 2,8 \cdot 9 + 2 + 9 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 10 \cdot 2,8 + 5 + 12 + 14 + 7 + 10 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 8 \cdot 3,28 + 10 \cdot 3,28 + 9 \cdot 3,28 + 9 \cdot 3,28 + 2 \cdot 3,28 + 8 + 2 + 20 + 15) = 182 \text{ м}.$

Проведем расчет точно также и для ночной нагрузки:

$$x = 135,44 \text{ м};$$

$$y = 183,93 \text{ м}.$$

По результатам расчета, питающий центр дневной нагрузки приходится на школу, в ночной в точности на дорогу, поэтому подберем место его расположения в количественной близости, из района большим населением.

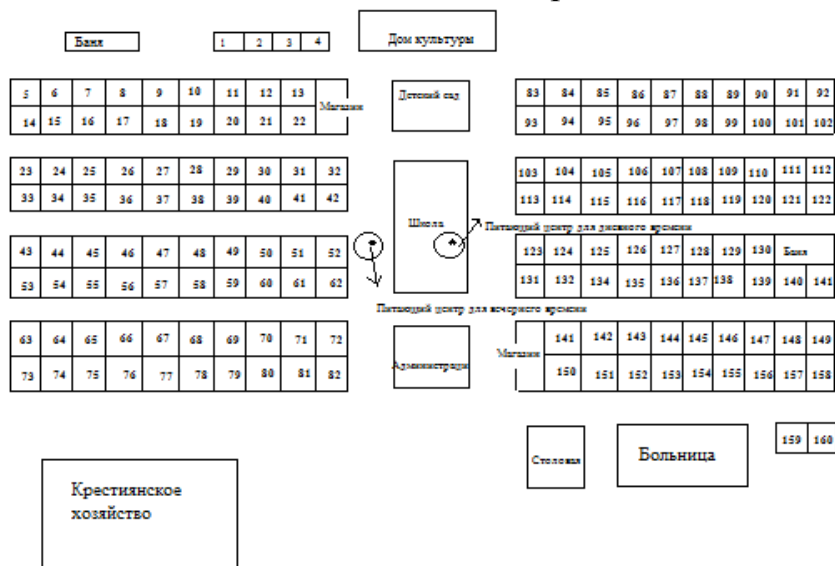


Рисунок 3.1 – Чертеж, иллюстрирующий питающий центр населенного пункта

## 4 Определение годовой энергии ветра

Перерабатываемая нетрадиционная ветряная энергия имеет большее будущее, экологически чистая, чей источник никогда не исчерпывается, в тоже время дешевая и приемлемая. Ее использование не нарушает природный баланс. Всем нам известно то, насколько удобно применение ветряной энергии на высоких равнинах горных районов и на океанских берегах. Сила ветра напрямую связана с неравномерностью поверхности земли. Например, рассмотрим две части горного района, несмотря на то, что объем солнечных лучей на оба района одинаков, поскольку поверхность земли достаточно неравномерна, следовательно, влияние и направление силы ветра также различается. Влияние силы ветра меняется в связи со сменой времени года и изменением погоды. Объем производимой силой ветра энергии зависит от плотности земли, диаметра лопастей ветряной турбины, кубической скорости ветра.

### 4.1 Скорость ветра

Скорость ветра является важным измерением влияния на производство энергии ветряной установкой. Большая скорость ветра увеличивает объем течений воздушной массы. Ветряная энергия меняется пропорционально точно кубической скорости ветра. В таком случае, кинетическая энергия ротора увеличивается в 8 раз при двукратном увеличении скорости ветра.

Нижеследующая таблица 4 отображает зависимость скорости ветра от энергии ветра (масса сухого воздуха - 1,223 кг/м<sup>3</sup>, атмосферное давление примерно 760 мм, согласно устойчивой ситуации).

Таблица 4.1 – Зависимость скорости ветра от ветрянной энергии

м/с	Вт/м <sup>2</sup>
1	1
3	17
5	77
9	477
11	815
15	2067
18	3572
21	5672
23	7452

Объем энергии вычисляется следующей формулой [2]:

$$E_k = \frac{\rho \cdot v^3 \cdot s \cdot t}{2}, \quad (4.1)$$

где  $v$  – скорость ветра,  
 $\rho$  – плотность воздуха в нормальном состоянии, м/с;  
 $\rho=1,223$  – плотность воздуха в нормальном состоянии.

В связи с природными условиями меняется и скорость ветра. Ветряные установки рассчитаны на работу в диапазоне 3-30 м/с . В целях исключения повреждения ветряной установки от крупных штормов, большая ветряная установка оснащается сдерживающим механизмом. Малая ветряная установка продолжает работать при скорости ветра ниже 3 м/с.

#### **4.2 Влияние ветроэнергетики на экологию**

Развитие ветроэнергетики кроме положительного влияния на районы, испытывающие нехватку энергии, имеет еще и вредное влияние. Вращающиеся лопасти ветряных установок производят шум в окружающей среде, звуковые волны выше 40 децибел наносят вред человеческому организму. Например высокий уровень шума приводит к ухудшению восприятия слухом звуков, наносит вред нервно-психологической деятельности организма. Ветряные установки, если сравнивать по высоте башен, должны быть расположены друг от друга на расстоянии в 5-10 раз, необходимо принять во внимание то, что на территории где располагаются ветряные установки не должно быть никаких зданий или лесов.

Птицы погибают, сталкиваясь с линиями напряжения и антеннами, окнами зданий, иногда и с автомобильными окнами. Также птицы обитают в башнях некоторых ветряных установок, что приводит к риску, опасному для их жизни. При строительстве ветряных установок стоит обратить внимание на маршрут миграции птиц. Металлические детали ветряных установок производят звуковые волны при вращении, что приводит к отрицательному влиянию на телерадио и радарное оборудование, расположенное вблизи этой территории.

#### **4.3 Технология производства электроэнергии ветряной установкой**

Кинетическая энергия воздушного потока в ветряной установке преобразуется в электроэнергию в процессе вращения роторов генератора. Со стороны конструкции генераторы ветряных установок схожи с генераторами электростанций, производящих ток посредством топки древесины.

В начале XX века Н.Е. Жуковский заложил основу теории ветряного двигателя, основываясь на этой теории были разработаны конструкции ветряных агрегатов, работающие от слабого ветра и производящие большой объем продукции, в это внесли свой вклад ученые и специалисты-авиаконструкторы со всех стран. Весь принцип работы ветряного двигателя

заключается в одном, в передаче движений лопастей ветряного колеса вращающему элементу генератора, производящего электроэнергию.

Ветряное колесо из-за своего большого диаметра обеспечивает большой поток ветра и производит большой объем энергии в зависимости от типов агрегата. Ветряные двигатели делятся на две группы:

- 1) Ветряные двигатели с прямой вращающейся осью, им ортогональны и типичны с лопастями.
- 2) Ветряные двигатели с горизонтальной вращающейся осью, (называется крылатым, в связи с количеством крыл)

Скорость вращения ветряного двигателя с лопастями обратно пропорциональна количеству этих лопастей, поэтому лопасти агрегата устанавливаются не более трех.

Установки, закрепленные на башне, состоящей из двух или трех лопастей с горизонтальной вращающейся осью - являются наиболее широко распространенным видом ветряных установок. Управляющий элемент ротора турбины с горизонтальной осью также расположен поперек. Множество моделей с горизонтальной осью, состоящие из лопастей называют монолитными. Данные установки применяются в водонапорном насосе, поскольку работают на самой низкой скорости.

Управляющий элемент ротора ветряного двигателя с прямой вращающейся осью (типа Н) расположен вертикально. Лопасти турбины очень длинные, дугообразной формы, на верхней и нижней стороне установлено крепление. Такие ветряные установки изготавливают лишь несколько мировых компании.

Из-за особенности вертикального расположения ротора турбины типа Н, обеспечивается высокий поток ветра любых направлений. Французский инженер Дарриус закладывая теорию ветряного двигателя с прямой вращающейся осью, разрабатывает конструкцию. Несмотря на различия во внешнем виде, принцип работы ветряных установок с горизонтальной и вертикальной вращающейся осью одинаковы.

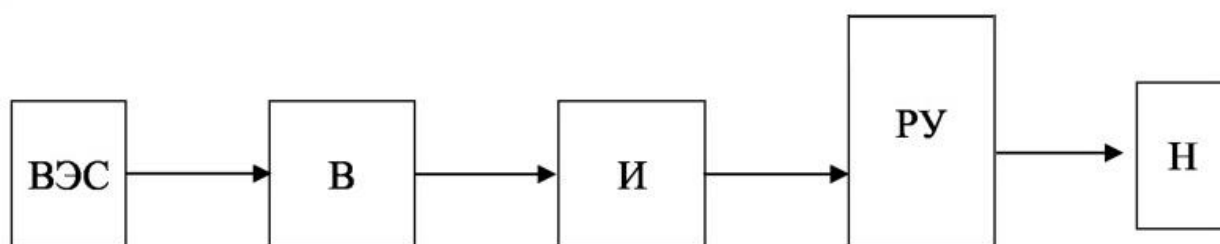


Рисунок 4.1 – Технология производства электроэнергии ВЭС

Ветряные установки состоят из следующих основных частей:

1. Лопасти турбины;
2. Ротор;
3. Направления вращения лопастей;



4. Демпфер;
5. Ведущая ось;
6. Механизм вращения лопастей;
7. Электрогенератор;
8. Контроллер вращения;
9. Датчик ветра и анемоскоп;
10. Задний крючок анемоскопа;
11. Гондола;
12. Ось электрогенератора;
13. Механизм вращения турбины;
14. Вращающийся двигатель;
15. Опора.



Рисунок 4.2 – Устройство ветряной установки

Лопасты турбины обеспечивают высокое направление потока ветра. Лопасты изготавливаются из стекловолокна, полистирола или углепластика. При работе лопасты турбины оказывают отрицательное влияние телевидению, транслирующееся вблизи этой территории, производят мощные звуковые волны. Поэтому лопасты изготавливаются из прочного, устойчивого к повреждению, гибкого стеклопластика (не отражает радиоволны и не поглощает их). Длина диаметра лопастей колеблется между 15 и 25 метров, вес составляет 1000 кг.

## 4.4 Расчет годовой энергии ветра

Вычисляем среднюю скорость ветра  $7 \text{ м/с}$ , длину  $66^\circ$ , ширину  $44^\circ$  по сведениям о населенном пункте и карте. Для расчета годовой энергии ветра применяем таблицу Гуллена, поскольку скорость ветра является выше  $5 \text{ м/с}$ .

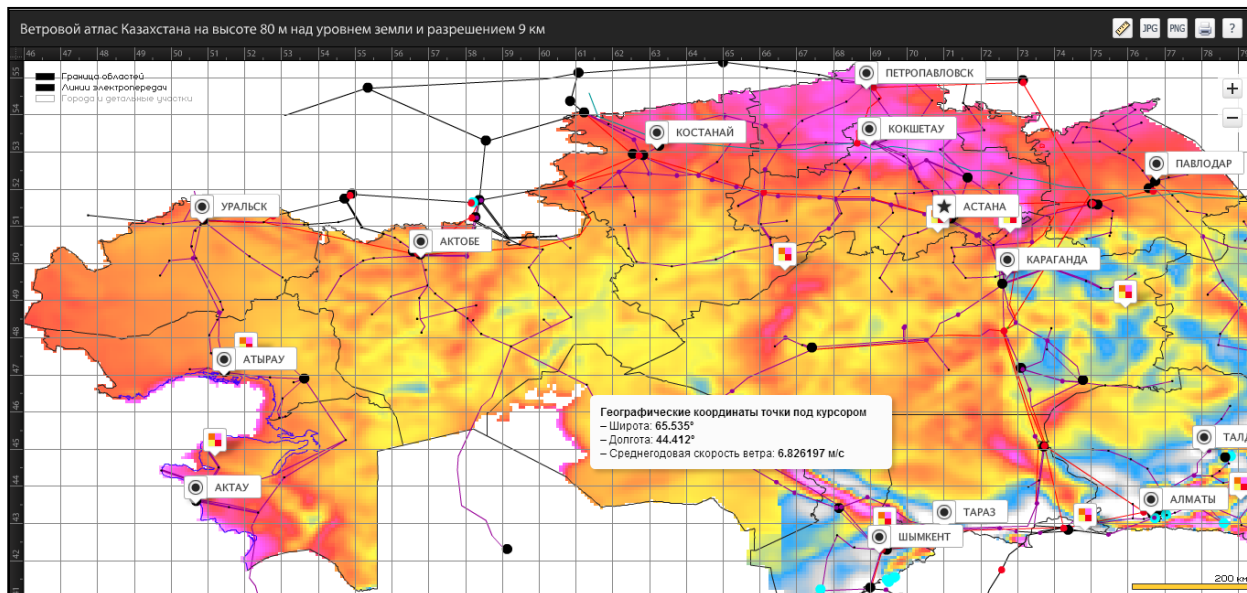


Рисунок 4.3 – Карта ветра Казахстана

Таблица 4.2 – Сведения полученные по таблице Гуллена [3]

$V, \text{ м/с}$	$t, \text{ час}$	$E_{\text{год}}, \text{ Дж}\cdot\text{час}$
1	2	3
0	130	0
1	475	290
2	750	3669
3	870	14364
4	900	35222
5	860	65736
6	780	103026
7	700	146821
8	600	187853
9	520	231807
10	480	480000
11	350	284867
12	280	295868
13	230	308997
14	190	318812
15	150	309572
16	125	313088

продолжение таблицы 4.2

1	2	3
17	100	250470
18	75	267470
19	58	243268
20	36	176112
21	27	152904
22	22	143248
23	17	126482
24	15	126801
25	10	95547
26	6	64486
27	4	48145
Всего		4794925

Итак, вычисляем годовую энергию ветра:

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 0 \cdot 1 \cdot 130 = 0 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 1^3 \cdot 1 \cdot 475 = 290 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 2^3 \cdot 1 \cdot 750 = 3669 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 1^3 \cdot 1 \cdot 475 = 14364 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 4^3 \cdot 1 \cdot 900 = 35222 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 5^3 \cdot 1 \cdot 860 = 65736 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 6^3 \cdot 1 \cdot 780 = 103026 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 7^3 \cdot 1 \cdot 700 = 146821 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 8^3 \cdot 1 \cdot 600 = 187853 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 9^3 \cdot 1 \cdot 520 = 231807 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 480 = 480000 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 11^3 \cdot 1 \cdot 350 = 284867 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 12^3 \cdot 1 \cdot 280 = 295868 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 13^3 \cdot 1 \cdot 230 = 308997 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 14^3 \cdot 1 \cdot 190 = 318812 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 15^3 \cdot 1 \cdot 150 = 309572 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 16^3 \cdot 1 \cdot 125 = 313088 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 17^3 \cdot 1 \cdot 100 = 250470 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 18^3 \cdot 1 \cdot 75 = 267470 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 19^3 \cdot 1 \cdot 58 = 243268 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 20^3 \cdot 1 \cdot 36 = 176112 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 21^3 \cdot 1 \cdot 27 = 152904 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 22^3 \cdot 1 \cdot 22 = 143248 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 23^3 \cdot 1 \cdot 17 = 126482 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 24^3 \cdot 1 \cdot 15 = 126801 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 25^3 \cdot 1 \cdot 10 = 95547 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 26^3 \cdot 1 \cdot 6 = 64486 \text{ Дж} \cdot \text{час};$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_0^3 \cdot S \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,223 \cdot 27^3 \cdot 1 \cdot 4 = 48145 \text{ Дж} \cdot \text{час}.$$

В результате вычисления годовая энергия ветра будет выглядеть следующим образом:

$$E_{\text{жыл}} = \sum_{i=0}^{27} E = 4794925 \text{ Вт} \cdot \text{час}. \quad (4.2)$$

## 5 Подбор ветряного агрегата и технико-экономическое обоснование

По результатам, приведенным выше, подберем ветряной агрегат. Вместе с этим, выясним необходимое количество экземпляров, коэффициент применения и сравним со стороны технико-экономического обоснования. Из подобранных агрегатов выберем приемлемые с экономической стороны и удобные для применения и ремонта в случае выхода из строя.

### 5.1 I набросок

Рассмотрим первую ВЭУ Муссон 30кВт. Этот ветряной агрегат Муссон 30кВт предназначен для обеспечения электроэнергией микро- или частных населенных пунктов. Номинальная мощность ВЭУ достигает 30кВт при скорости ветра 13,5 м/с.

ВЭУ данного типа не имеет стандартной комплектации. Поскольку дорабатывается под индивидуального проект каждого заказчика, согласно техническим особенностям.



Рисунок 5.1 – Ветряной агрегат Муссон 30кВт

Выводим результат, вычисляя с того момента как производимая годовая энергия ветра станет равной 4. Поскольку начальная скорость работы выбранного ветряного агрегата равна 4 м/с.

$$E_{\text{жыл}} = \sum_{i=4}^{27} E = 4776602 \text{ Вт} \cdot \text{с.г.} \quad (5.1)$$

По результатам подбора возьмем ветроэлектрическую установку «Муссон 30 кВт».

Таблица 5.1 – Техническая характеристика ветроэлектрической установки Муссон 30 кВт [25]

Установленная мощность, кВт	30
Начальная рабочая скорость ветра	3 м/с
Количество лопастей	3
Частота вращения, об/мин	90-150
Генератор	Синхронный генератор постоянного тока
Срок эксплуатации	20 лет
КПВ	90%
Диаметр, м	10,5
Стоимость, тг	10170000

Возьмем значения график зависимости производительной мощности ветрогенератора «Муссон 30 кВт» от скорости ветра, значение мощности при скорости каждого ветра, выясняем объем энергии за каждый час для выработки годового объема энергии этого агрегата и вводим в таблицу 5.2:

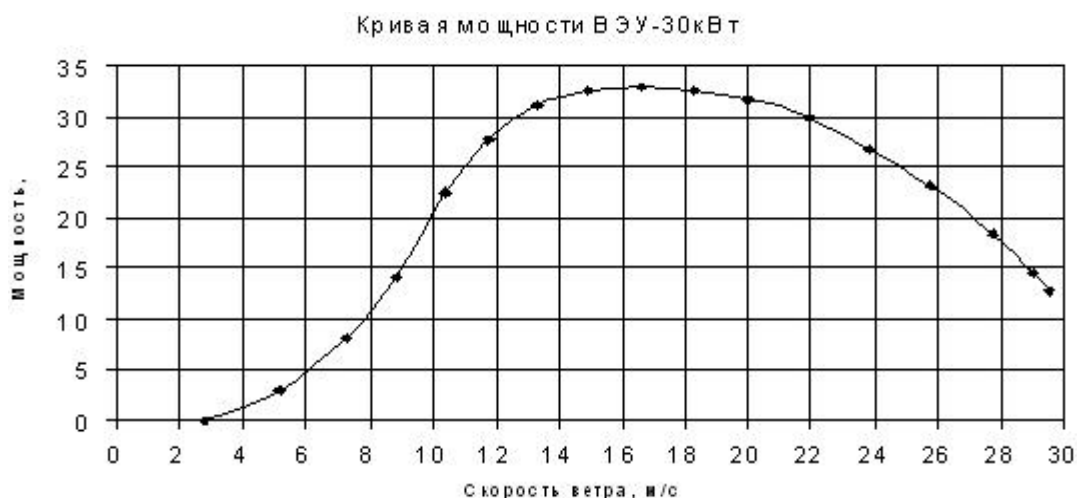


Рисунок 5.2 – График зависимости производительной мощности ветрогенератора «Муссон 30 кВт» от скорости ветра

$$E_4 = P_4 \cdot t_4; \text{ (кВт}\cdot\text{час)} \quad (5.2)$$

$$E_4 = P_4 \cdot t_4 = 2 \cdot 900 = 1800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_5 = P_5 \cdot t_5 = 2,5 \cdot 860 = 2150 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_6 = P_6 \cdot t_6 = 5 \cdot 780 = 3900 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_7 = P_7 \cdot t_7 = 7,5 \cdot 700 = 5250 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_8 = P_8 \cdot t_8 = 11 \cdot 600 = 6600 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_9 = P_9 \cdot t_9 = 15 \cdot 520 = 7800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{10} = P_{10} \cdot t_{10} = 20 \cdot 480 = 9600 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{11} = P_{11} \cdot t_{11} = 25 \cdot 350 = 8750 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{12} = P_{12} \cdot t_{12} = 28,5 \cdot 280 = 7980 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{13} = P_{13} \cdot t_{13} = 30,5 \cdot 230 = 7015 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{14} = P_{14} \cdot t_{14} = 32 \cdot 190 = 6080 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{15} = P_{15} \cdot t_{15} = 32,5 \cdot 150 = 4875 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{16} = P_{16} \cdot t_{16} = 33 \cdot 125 = 4125 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{17} = P_{17} \cdot t_{17} = 32,5 \cdot 100 = 3250 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{18} = P_{18} \cdot t_{18} = 32 \cdot 75 = 2400 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{19} = P_{19} \cdot t_{19} = 32 \cdot 58 = 1856 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{20} = P_{20} \cdot t_{20} = 31,5 \cdot 36 = 1134 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{21} = P_{21} \cdot t_{21} = 31 \cdot 27 = 837 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{22} = P_{22} \cdot t_{22} = 30 \cdot 22 = 660 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{23} = P_{23} \cdot t_{23} = 28 \cdot 17 = 476 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{24} = P_{24} \cdot t_{24} = 26 \cdot 15 = 390 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{25} = P_{25} \cdot t_{25} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{26} = P_{26} \cdot t_{26} = 23 \cdot 6 = 138 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{27} = P_{27} \cdot t_{27} = 20 \cdot 4 = 80 \text{ кВт}\cdot\text{час}.$$

Таблица 5.2 – Результаты расчета по агрегату

V, м/с	t, час	E <sub>год</sub> , Дж·час	P <sub>агр</sub> , кВт	E <sub>агр</sub> , кВт·час	E <sub>год</sub> ·S <sub>агр</sub>
1	2	3	4	5	6
0	130	0	0	0	0
1	475	290	0	0	1115340
2	750	3669	0	15000	14110974
3	870	14364	20	43500	55243944
4	900	35222	50	90000	135463812
5	860	65736	100	154800	252820656
6	780	103026	180	156000	396237996
7	700	146821	200	280000	564673566
8	600	187853	400	360000	722482638
9	520	231807	600	468000	891529722
10	480	480000	900	576000	1846080000
11	350	284867	1200	472500	1095598482
12	280	295868	1350	420000	1137908328
13	230	308997	1500	345000	1188402462
14	190	318812	1500	285000	1226150952
15	150	309572	1500	225000	1190613912



продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6
16	125	313088	1500	187500	1204136448
17	100	250470	1500	150000	963307620
18	75	267470	1500	112500	1028689620
19	58	243268	1500	87000	935608728
20	36	176112	1500	54000	677326752
21	27	152904	1500	40500	588068784
22	22	143248	1500	33000	550931808
23	17	126482	1500	25500	486449772
24	15	126801	1500	22500	487676646
25	10	95547	1500	15000	367473762
Сумма		4678335		4618300	17992876410

Выясняем площадь агрегата по технической характеристике ВЭУ:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10,5^2}{4} = 86,55 \approx 87 \text{ м}^2. \quad (5.3)$$

К ежечасной <sub>годовой</sub> E энергии добавляем данную выясненную площадь путем частного – частного умножения и вносим в таблицу 5.2. То есть, выясняем энергию, равняющуюся одной площади агрегата в течение одного года.

$$E_{\text{жыл}} = \sum_{i=4}^{27} E = 415,56 \text{ МВт} \cdot \text{час}. \quad (5.4)$$

По нашим расчетам годовой объем энергии ветра, сопоставимый с площадью агрегата равен 415,56МВт·час. Объем годовой энергии, производимой одним агрегатом равен 87МВт·час. Для получения необходимого нам 4676 МВт·час определим необходимое количество установок.

$$n = \frac{4676 \text{ МВт} \cdot \text{час}}{87 \text{ МВт} \cdot \text{час}} = 53,75 \approx 54 \text{ шт.} \quad (5.5)$$

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ):

$$\text{КИУМ} = \frac{E_{\text{год.агрегат}}}{E_{\text{год.ветер}}} \cdot 100\% = \frac{87,4}{415,56} \cdot 100\% = 21,03\%. \quad (5.6)$$

В итоге, мы выяснили количество агрегатов. Теперь установим защитный аппарат для ветряного агрегата. То есть, подберем выключатель:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{30}{0,38} = 78,95 A. \quad (5.7)$$

Подберем выключатель ВА 04-36 по выясненному току. Разрешаемый ток выключателя  $I_{\text{доп}} = 160 A$ .



Рисунок 5.3 – Выключатель ВА 04-36

Стоимость выключателя составляет 12602 тенге. Если мы установим выключатель каждому из 54 экземпляров агрегатов, стоимость составит:

$$12602 \cdot 54 = 680\,508 \text{ тенге.}$$

Общая сумма, необходимая для приобретения:

$$680508 + 10170000 \cdot 54 = 549\,180\,000 \text{ тенге.}$$

## 5.2 II набросок

Рассмотрим второй ветряной агрегат «ВЭУ-1» [26].

Особенности ВЭУ-1:

- Мощность агрегата 1,5 МВт при скорости ветра не менее 12 м/с;
- Качество электроэнергии соответствует ГОСТ 13109-97;
- Работает в автоматическом режиме;
- Прост в обслуживании и ремонте;
- Долгий срок эксплуатации;
- Высокая надежность и безопасность.



Рисунок 5.4 – Ветряной агрегат «ВЭУ-1»

В этом наброске выводим результат, начиная с того момента как скорость при выводе объема годовой энергии станет равной 3. Поскольку начальная рабочая скорость ветра в ветряной установке равна 3 м/с.

$$E_{год} = \sum_{i=3}^{27} E = 4790966 \text{ Вт} \cdot \text{час.} \quad (5.8)$$

Таблица 5.3 – Техническая характеристика ВЭУ «ВЭУ-1»

Установленная мощность, МВт	1,5
Диаметр, м	70
Частота вращения, об/мин	9,5... 19
Минимальная скорость вращения, м/с	3
Максимальная рабочая скорость, м/с	25
Защита от грозы	IEC 61400-24
Вес, т	221
Срок эксплуатации, год	20
Периодическое техническое обслуживание	один раз в году
Стоимость, тг	17600000

Возьмем значение мощности в скорости каждого ветра из графика зависимости производительной мощности ВЭУ «ВЭУ-1» от скорости ветра, выясним ежечасную энергию для получения годового объема этого агрегата и вносим в таблицу 5.4:

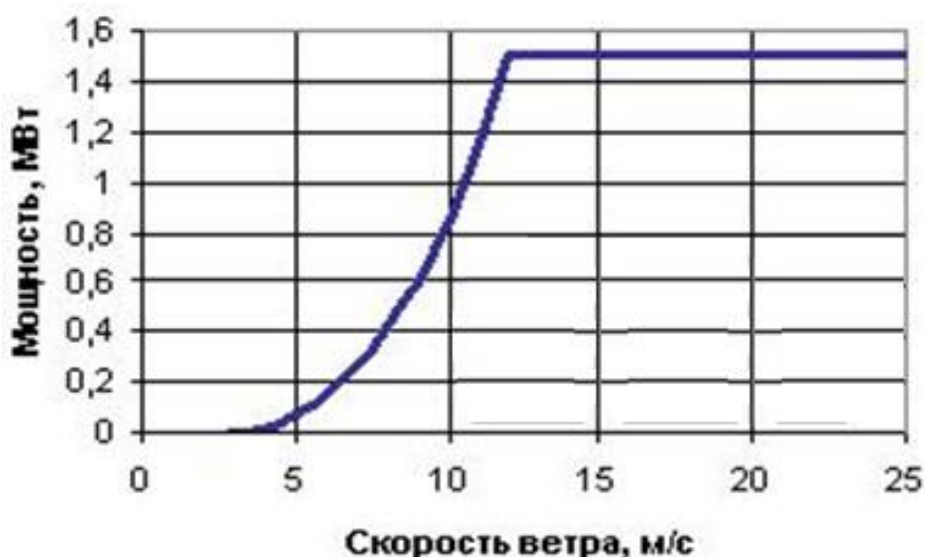


Рисунок 5.5 – График зависимости производительной мощности «ВЭУ-1» от скорости ветра

$$E_3 = P_3 \cdot t_3 = 0,5 \cdot 870 = 435 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_4 = P_4 \cdot t_4 = 2 \cdot 900 = 1800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_5 = P_5 \cdot t_5 = 5 \cdot 860 = 4300 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_6 = P_6 \cdot t_6 = 10 \cdot 780 = 7800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_7 = P_7 \cdot t_7 = 15 \cdot 700 = 10500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_8 = P_8 \cdot t_8 = 30 \cdot 600 = 18000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_9 = P_9 \cdot t_9 = 35 \cdot 520 = 18200 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{10} = P_{10} \cdot t_{10} = 40 \cdot 480 = 19200 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{11} = P_{11} \cdot t_{11} = 50 \cdot 350 = 17500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{12} = P_{12} \cdot t_{12} = 60 \cdot 280 = 16800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{13} = P_{13} \cdot t_{13} = 65 \cdot 230 = 14950 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{14} = P_{14} \cdot t_{14} = 75 \cdot 190 = 14250 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{15} = P_{15} \cdot t_{15} = 82 \cdot 150 = 12300 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{16} = P_{16} \cdot t_{16} = 85 \cdot 125 = 10625 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{17} = P_{17} \cdot t_{17} = 87 \cdot 100 = 8700 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{18} = P_{18} \cdot t_{18} = 88 \cdot 75 = 6600 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{19} = P_{19} \cdot t_{19} = 92 \cdot 58 = 5336 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{20} = P_{20} \cdot t_{20} = 90 \cdot 36 = 3240 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{21} = P_{21} \cdot t_{21} = 88 \cdot 27 = 2376 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{22} = P_{22} \cdot t_{22} = 86 \cdot 22 = 1892 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{23} = P_{23} \cdot t_{23} = 86 \cdot 17 = 1462 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{24} = P_{24} \cdot t_{24} = 86 \cdot 15 = 1290 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{25} = P_{25} \cdot t_{25} = 86 \cdot 10 = 860 \text{ кВт}\cdot\text{час}.$$

Таблица 5.4 – Результаты расчета по агрегату

V, м/с	t, час	E <sub>год</sub> , Дж·час	P <sub>агр</sub> , кВт	E <sub>агр</sub> , кВт·час	E <sub>год</sub> ·S <sub>агр</sub>
1	2	3	4	5	6
0	130	0	0	0	0
1	475	290	0	0	1115340
2	750	3669	0	15000	14110974
3	870	14364	20	43500	55243944
4	900	35222	50	90000	135463812
5	860	65736	100	154800	252820656
6	780	103026	180	156000	396237996
7	700	146821	200	280000	564673566
8	600	187853	400	360000	722482638
9	520	231807	600	468000	891529722
10	480	480000	900	576000	1846080000
11	350	284867	1200	472500	1095598482
12	280	295868	1350	420000	1137908328
13	230	308997	1500	345000	1188402462
14	190	318812	1500	285000	1226150952
15	150	309572	1500	225000	1190613912
16	125	313088	1500	187500	1204136448
17	100	250470	1500	150000	963307620
18	75	267470	1500	112500	1028689620
19	58	243268	1500	87000	935608728
20	36	176112	1500	54000	677326752
21	27	152904	1500	40500	588068784
22	22	143248	1500	33000	550931808
23	17	126482	1500	25500	486449772
24	15	126801	1500	22500	487676646
25	10	95547	1500	15000	367473762
Сумма		4678335		4618300	17992876410

Определим площадь агрегата по технической характеристике ветряного агрегата:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} = 3846 \text{ м}^2. \quad (5.9)$$

К ежечасной <sub>годовой</sub> E энергии добавляем данную выясненную площадь путем частного – частного умножения и вносим в таблицу 5.4. То есть, выясняем энергию, равняющуюся площади одного агрегата в течение одного года.

$$E_{\text{жыл}} = \sum_{i=4}^{27} E = 17992,8 \text{ МВт} \cdot \text{час}. \quad (5.10)$$

По нашим расчетам годовой объем энергии ветра, сопоставимый с площадью агрегата равен 17993МВт·час. Объем годовой энергии, производимой одним агрегатом равен 4618,3МВт·час. Для получения необходимого нам 4676 МВт·час определим необходимое количество установок.

$$n = \frac{4676 \text{ МВт} \cdot \text{час}}{4618,3 \text{ МВт} \cdot \text{час}} = 1,01 \approx 1 \text{ шт.} \quad (5.11)$$

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ):

$$\text{КИУМ} = \frac{E_{\text{год.агрегат}}}{E_{\text{год.ветер}}} \cdot 100\% = \frac{3846}{17992,8} \cdot 100\% = 21,4\%. \quad (5.12)$$

По этому наброску оказался 1 экземпляр ветряного агрегата. Установим защитный аппарат на этот ветряной агрегат. То есть, подберем выключатель:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2281,7 \text{ А.} \quad (5.13)$$

Подберем выключатель Masterpact UR по выясненному току [8]. Разрешаемый ток выключателя  $I_{\text{доп}} = 5000 \text{ А}$ . Выключатель отображен на Рис. 5.6. Стоимость выключателя составляет 150000 тенге. Если мы установим выключатель на 1 экземпляр ветряной установки, стоимость составит:

$$150000 \cdot 1 = 150000 \text{ тенге.}$$

Общая сумма, необходимая для приобретения:

$$150000 + 17600000 = 17\,750\,000 \text{ тенге.}$$

Выберем токопроводник ТЗК-0,4 для тока, выясненного по мощности ветряного агрегата [27].  $I_{\text{доп}} = 4000 \text{ А}$ .



Рисунок 5.6 – Выключатель Masterpact UR

### 5.3 III набросок

Рассмотрим ВЭУ Vestas V19 [28]. Это вид ветряных агрегатов, получивший широкое распространение, отвечающий современным требованиям и имеющий множество преимуществ. Ветряной агрегат Vestas V19 состоит из 3 лопастей и подстраивается в зависимости от направления ветра.



Рисунок 5.7 – Ветряной агрегат «Vestas V19»

В этом наброске вычисляем с того момента, как скорость при выводе годового объема энергии станет равной 3 и выводим сумму. Поскольку начальная рабочая скорость ветра в подобранной ветряной установке равна 3 м/с.

$$E_{\text{жыл}} = \sum_{i=3}^{27} E = 4790966 \text{ Вт} \cdot \text{час}. \quad (5.14)$$

Таблица 5.5 – Техническая характеристика ветряной установки «Vestas V19»

Установленная мощность, МВт	90
Диаметр, м	18,8
Частота вращения, об/мин	41,8
Минимальная скорость вращения, м/с	3
Максимальная рабочая скорость, м/с	25
Напряжение, В	400
Частота, Гц	50
Вес, т	11,3
Срок эксплуатации, год	20
Стоимость, тг	15600000

Возьмем значение мощности в скорости каждого ветра из графика зависимости производительной мощности ВЭУ «Vesta V19» от скорости ветра, выясним ежечасную энергию для получения годового объема этого агрегата и вносим в таблицу 5.6:

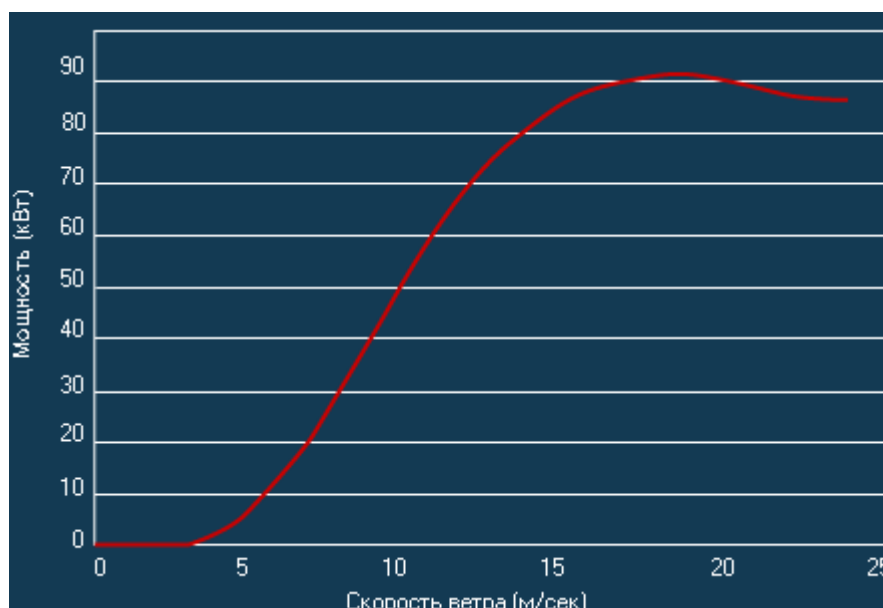


Рисунок 5.8 – График зависимости производительной мощности ВЭУ «Vesta V19» от скорости ветра

$$E_2 = P_4 \cdot t_4 = 20 \cdot 750 = 15000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_3 = P_3 \cdot t_3 = 50 \cdot 870 = 43500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_4 = P_4 \cdot t_4 = 100 \cdot 900 = 90000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_5 = P_5 \cdot t_5 = 180 \cdot 860 = 154800 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_6 = P_6 \cdot t_6 = 200 \cdot 780 = 156000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_7 = P_7 \cdot t_7 = 400 \cdot 700 = 280000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_8 = P_8 \cdot t_8 = 600 \cdot 600 = 360000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_9 = P_9 \cdot t_9 = 900 \cdot 520 = 468000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{10} = P_{10} \cdot t_{10} = 1200 \cdot 480 = 576000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{11} = P_{11} \cdot t_{11} = 1350 \cdot 350 = 472500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{12} = P_{12} \cdot t_{12} = 1500 \cdot 280 = 420000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{13} = P_{13} \cdot t_{13} = 1500 \cdot 230 = 345000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$



$$E_{14} = P_{14} \cdot t_{14} = 1500 \cdot 190 = 285000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{15} = P_{15} \cdot t_{15} = 1500 \cdot 150 = 225000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{16} = P_{16} \cdot t_{16} = 1500 \cdot 125 = 187500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{17} = P_{17} \cdot t_{17} = 1500 \cdot 100 = 150000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{18} = P_{18} \cdot t_{18} = 1500 \cdot 75 = 112500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{19} = P_{19} \cdot t_{19} = 1500 \cdot 58 = 87000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{20} = P_{20} \cdot t_{20} = 1500 \cdot 36 = 54000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{21} = P_{21} \cdot t_{21} = 1500 \cdot 27 = 40500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{22} = P_{22} \cdot t_{22} = 1500 \cdot 22 = 33000 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{23} = P_{23} \cdot t_{23} = 1500 \cdot 17 = 25500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{24} = P_{24} \cdot t_{24} = 1500 \cdot 15 = 22500 \text{ кВт}\cdot\text{час};$$

$$E_{25} = P_{25} \cdot t_{25} = 1500 \cdot 10 = 15000 \text{ кВт}\cdot\text{час}.$$

Таблица 5.6 – Результаты расчета по агрегату

V, м/с	t, час	E <sub>год</sub> , Дж·час	P <sub>агр</sub> , кВт	E <sub>агр</sub> , кВт·час	E <sub>год</sub> ·S <sub>агр</sub>
1	2	3	4	5	6
0	130	0	0	0	0
1	475	290	0	0	1115340
2	750	3669	0	15000	14110974
3	870	14364	0,5	43500	55243944
4	900	35222	2	90000	135463812
5	860	65736	5	154800	252820656
6	780	103026	10	156000	396237996
7	700	146821	15	280000	564673566
8	600	187853	30	360000	722482638
9	520	231807	35	468000	891529722
10	480	480000	40	576000	1846080000
11	350	284867	50	472500	1095598482
12	280	295868	60	420000	1137908328
13	230	308997	65	345000	1188402462
14	190	318812	75	285000	1226150952
15	150	309572	82	225000	1190613912
16	125	313088	85	187500	1204136448
17	100	250470	87	150000	963307620
18	75	267470	88	112500	1028689620
19	58	243268	92	87000	935608728

продолжение таблицы 5.6

1	2	3	4	5	6
20	36	176112	90	54000	677326752
21	27	152904	88	40500	588068784
22	22	143248	86	33000	550931808
23	17	126482	86	25500	486449772
24	15	126801	86	22500	487676646
25	10	95547	86	15000	367473762
Сумма		4678335		198416	1298004046

Выясняем площадь агрегата по технической характеристике ветряного агрегата:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 18,8^2}{4} = 277,45 \text{ м}^2. \quad (5.15)$$

К ежечасной  $E$  годовой энергии добавляем данную выясненную площадь путем частного – частного умножения и вносим в таблицу 5.6. То есть, выясняем энергию, равняющуюся одной площади агрегата в течение одного года.

$$E_{год} = \sum_{i=3}^{27} E = 1298 \text{ МВт} \cdot \text{час}. \quad (5.16)$$

По нашим расчетам годовой объем энергии ветра, сопоставимый с площадью агрегата равен 12983 МВт·час. Объем годовой энергии, производимой одним агрегатом равен 198,42 МВт·час. Для получения необходимого нам 4676 МВт·час определим необходимое количество установок.

$$n = \frac{4676 \text{ МВт} \cdot \text{час}}{198,42 \text{ МВт} \cdot \text{час}} = 23,5 \approx 24 \text{ шт.} \quad (5.17)$$

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ):

$$КИУМ = \frac{E_{год.агрегат}}{E_{год.ветер}} \cdot 100\% = \frac{198,42}{1298} \cdot 100\% = 15,27\%. \quad (5.18)$$

По этому наброску получилось 24 экземпляра ветряного агрегата. Теперь установим защитный аппарат для ветряного агрегата. То есть, подберем выключатель:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{90}{0,38 \cdot \sqrt{3}} = 136,9 \text{ А.} \quad (5.19)$$

Подберем выключатель ВА 04-36 по выясненному току. Разрешаемый ток выключателя  $I_{\text{доп}} = 160 \text{ А}$ .

Стоимость выключателя составляет 12602 тенге. Если мы установим выключатель на каждый из 24 экземпляров агрегатов, стоимость составит:

$$12602 \cdot 24 = 302448 \text{ тенге.}$$

Общая сумма, необходимая для приобретения:

$$302448 + 15600000 \cdot 24 = 374\,702\,448 \text{ тенге.}$$

#### **5.4 Подбор ветряного агрегата и анализ раздела технико-экономического обоснования**

Цель раздела по подбору ветряного агрегата заключается в подборе подходящего агрегата для получения энергии, необходимой населенному пункту. Я сравнил три типа ВЭУ. Первым я выбрал ветряной агрегат Муссон 30 кВт. Данный ветряной агрегат имеет высокое качество и доступную стоимость. Установку можно монтировать, устанавливать и ремонтировать не прибегая к помощи подъемного транспорта. По результатам расчетов, для обеспечения необходимой энергии необходимо 54 экземпляра. Несмотря на доступную стоимость по причине маломощности и большого количества экземпляров, для установки автоматического выключателя на каждый ветряной агрегат потребует крупных денежных средств. Таким образом, данный агрегат Муссон 30 кВт не приемлем.

Вторым по наброску я выбрал ВЭУ ВЭУ-1. Этот ветряной агрегат удобен в обслуживании и работает в автоматическом режиме. Очень высокого качества и имеет низкий уровень опасности. По результатам расчета, поскольку мощность ветряного агрегата является 1,5 МВт, то для получения необходимой нам энергии потребуется только 1 экземпляр и 1 экземпляр автоматического выключателя к нему. Стоимость не очень дорогая, поэтому данный набросок я посчитал приемлемым.

Я рассмотрел третий ВЭУ Vestas V19. Потребовалось 24 экземпляров этого ветряного агрегата. Я посчитал(а) данный набросок не приемлемым. Поскольку стоимость установки высокая и потребуется 24 экземпляра необходимого автоматического выключателя, а также коэффициент использования оказался низким.

Таблица 5.7 – Сравнение по вариантам

Ветряной агрегат	Количество	Цена	КИУМ
Муссон 30 кВт	54	549 180 000	21,03
ВЭУ-1	1	17 750 000	21,4
Vestas V19	24	374 702 448	15,27

## 5.5 Подбор инвентора

Инвентор – установка, вырабатывающая переменное напряжение при подключении в источнику постоянного напряжения. На сегодняшний день из-за повышения значимости использования источников перерабатываемой энергии расширяются зоны применения инвентора. Примером этого является получение энергии из расчета ветра. Однако есть один недостаток, заслуживающий пристального внимания – неустойчивость. В результате современные конструкторы применяют объединенный метод получения энергии. Часть энергии, получаемой из внешней среды (ветра, солнца и т.д.) вырабатываются на нужды аккумуляторной батареи инвентора, после того как батарея зарядится, внутренний фактор производит энергию. При остановке производства инвентор начинает свое вращение. Когда инвентор преобразует собранную энергию в переменную, питающая деятельность следующих установок проводится из расчета аккумуляторных батарей. Применения инвентора в качестве бесперебойного источника питания считается еще одной сферой применения.

Подберем инвентор по полной мощности:

$$Q_{\text{ж}} = \sum Q_i, \text{кВар}; \quad (5.20)$$

$$P_{\text{ж}} = \sum P_i, \text{кВт}; \quad (5.21)$$

$$Q_{\text{ж}} = 20 + 5 + 8 + 4 + 4 + 1,2 \cdot 82 + 2 \cdot 78 + 5 + 10 + 13 + 4 + 6 = 333,4 \text{ кВар};$$

$$P_{\text{ж}} = 523,32 + 10,5 = 533,82 \text{ кВт};$$

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{кВА}; \quad (5.22)$$

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{533,82^2 + 333,4^2} = 629,36 \text{ кВА}.$$

И наконец, я выбрал инвентор ACR INV222-220/220 [29]. Этот тип инвентора предназначен для трехфазной системы, инвентор можно можно подключить параллельно на 12 экземпляров.

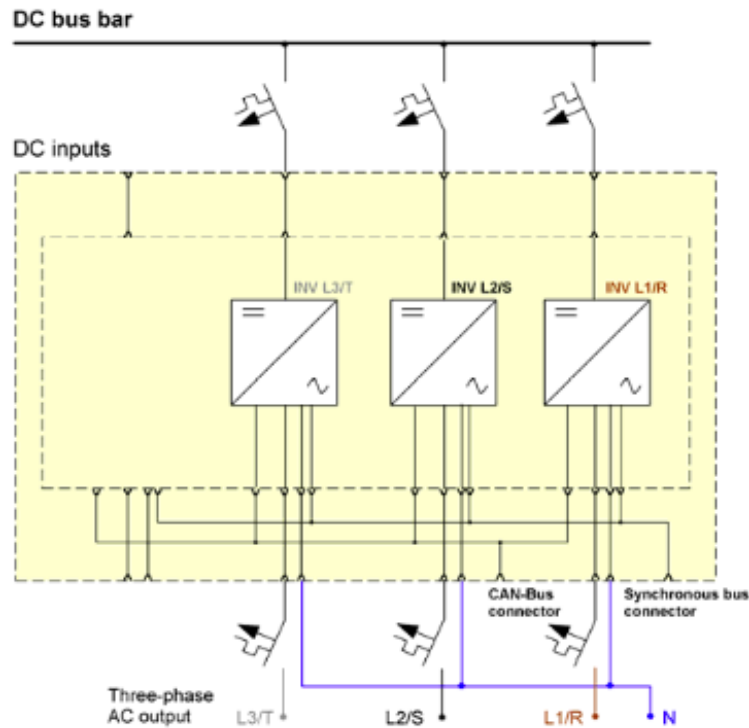


Рисунок 5.10 – Инвертор ACR INV222-220/220

Преимущества инвертора ACR INV222-220/220 следующие:

- Защита от перегрузок.
- Равномерное распространение нагрузки при параллельной работе инверторов.
- Возможность программирования (через блок STS)
- Высокая скорость синхронизации.
- Простота замены инвертора

Определим необходимое количество инверторов для обеспечения необходимой нам энергии:

$$n = \frac{629,36}{27} = 23 \text{ экз.} \quad (5.23)$$

Скажем, применим 23 экземпляра инвертора.

Таблица 5.8 – Характеристика подобранного инвертора

Тип инвертора	INV222-220/220-50
Мощность	27 кВА
Входное номинальное напряжение	216VDC
Входной номинальный ток	9.2ADC @ 216VDC
КПВ	≥90%
Частота выхода	50Hz ±0.01Hz

продолжение таблицы 5.8

Защита от ТУ	Постоянная защита от ТУ; $3 \times I_{\text{НОМ}}$ в течение 2,5 сек
Разрешенное повышенное напряжение	130% в течение 10 сек
Частота выхода	50Hz $\pm$ 0.01Hz
LED индикация	Работа (зеленый), Vo ОК (зеленый), Тревога (красный)
Максимальная высота установки	$\leq 1500\text{м}$
Уровень шума	<45dBA
Размеры габаритов (Ш/В/Г)	106,4/88,4/335мм

## 5.6 Подбор выпрямителя

Выпрямитель – это устройство, преобразующее переменное напряжение в постоянное.

Выпрямители классифицируют по следующим признакам:

- Согласно схеме выпрямителей – однополупериодными, двухполупериодными, полноволновые, двухкратного напряжения, многофазные и т.п. ;

- В зависимости от типа элемента выпрямителя – ламповые, полупроводящие, газотранные.

- В зависимости от значения напряжения выпрямителя – высокое или низкое напряжение;

- В зависимости от назначения – для питания анодной цепи, управляющих сетчатых цепей, коллекторской цепи транзистора, для заряда аккумулятора и т.д.;

Основные характеристики выпрямителей:

- Среднее значение номинального напряжения постоянного тока - установленного в соответствии с техническими требованиями выпрямленного напряжения. Обычно указывается напряжение  $U_0$  до фильтра и напряжение после фильтра. Выясняется необходимое значение напряжения для питания установки выпрямителя.

- Среднее значение номинального выпрямленного тока  $I_0$  - постоянной составляющей, то есть, тока, установленного в соответствии с техническими требованиями. Питание всех цепей выпрямителя определяется током.

Напряжение линии  $U_{\text{сети}}$  - напряжение линии переменного тока, питающего выпрямитель. Стандартное значение для бытовой линии – 220В.

- Пульсация – переменная составляющая напряжения или выходной ток выпрямителя. Это качественный показатель выпрямителя.

Я выбрал выпрямитель PSR380/220-37 [30]. Этот выпрямитель является трехфазным, удобен для применения и замены во время работы.

Особенности выбранного выпрямителя PSR380/220-37:

- Не нейтральное трехфазное входное напряжение,
- Защита от перенапряжений на входе выпрямителя.
- Подключение выпрямителя в «горячем» режиме.
- Выпрямитель, предназначенный для высокой мощности.



Рисунок 5.11 – Выпрямитель PSR380/220-37

Таблица 5.9 – Характеристика трехфазного выпрямителя PSR380/220-37

Вид выпрямителя	PSR380/220-37
Входное номинальное напряжение	3x400VAC ±20%
Мощность	28 кВА
Частотный входной диапазон	47-63Hz
КПД	≥90%
Выходное номинальное напряжение	216VDC
Выходной номинальный ток	37ADC
Защита от ТУ	ТУ устойчиво все время; 1x I <sub>ном</sub>
LED индикация	Работа (зеленый), V <sub>o</sub> ОК (зеленый), I <sub>o</sub> > (желтый), V <sub>o</sub> > (красный), Звуковой (красный)
Максимальная высота установки	≤ 1500м
Уровень шума	<50дБА
Размеры габаритов (Ш/В/Г)	483/133/420мм

## **6 Выбор резерва**

### **6.1 Производство биогаза**

Производство биогаза возникло полутора века назад. Впервые в 1808 году Г. Дейви выделил из коровьего навоза метан. Первый раз установка, производящая биогаз была изготовлена в г. Бомбей в 1897 году. Однако несмотря на имеющиеся возможности биогаза, его использование не нашло своего применения вплоть до позднего времени. Поскольку в то время продукция на основе нефти и природного газа казалась достаточной и безграничной. После возникновения экологических проблем, связанных с биологическими отходами, спустя некоторое время его свойство стало обретать важность.

Если дать общую энергетическую оценку по биогазу и доверять некоторым показателям, и допустить, что мировой потенциальный запас биогаза состоит только из биологических отходов сельского хозяйства, то это принесет нам 1-1,3 млрд. тонн горючего сырья в год. Биогаз составляет одну десятую часть мировых энергоресурсов.

Технология получения биогаза очень проста, технология его добывания не имеет никаких отличий от применения аэрации на станциях. В результате такого простого процесса мы сможем получить газ, способный выдать 500 ккал/м<sup>3</sup> тепла. Биогаз можно использовать для обогрева радиаторов домов, сушки семян, в качестве горючего топлива для машин и тракторов, для стационарных двигателей внутреннего сгорания и в качестве источника энергии, вращающей роторы генераторов. По составу биогаз имеет небольшие отличия от природного газа (применяющегося для машин газ баллонов).

Биогаз оказывает большую помощь при использовании оборотных отходов в качестве горючего топлива, а также подобного тому использованию в сельском хозяйстве в качестве минеральных удобрений. В его составе имеются оказывающий наибольшее влияние на зерно кальций (Ca), азот (N), калий (K), а также достаточное количество минеральных микроэлементов.

Примерно десять-пятнадцать лет назад до этого в Европе начался настоящий биогазовый переворот. В эти годы биогазовые установки стали вводиться в эксплуатацию в Индии, Бангладеше, Пакистане, Тайланде, Новой Зеландии. В Филиппинах был построен космплекс на семнадцать тысяч свиней, полностью обеспечивающий себя своим собственным биогазом. По словам бангладешских экспертов, биогаз, полученный от 3-4 крупных отходов способен полностью удовлетворить энергетический спрос семьи средней величины. В сельских местностях присутствует нехватка нефти, угля, газа и т.п. энергетических запасов. Например, в некоторых регионах Индии каждому члену семьи, для удовлетворения своих энергетических нужд, приходится собирать древесину в течение двух-трех дней. В связи с таким



дефицитом в Индии устанавливается по 5-6 тысяч установок в год, а иногда биогаз используется даже в качестве дизельного топлива.

Закрепилась аксиома о том, что использование биогазовой установки некоторое время приносило пользу лишь в богатых и развитых странах. Безусловно что, в соответствии с современными реалиями, в связи с экономическим дефицитом запасов энергоресурсов использование биогаза приносит пользу любому государству и обществу.

Оставшиеся еще с незапамятных времен переработанные отходы сегодня наносят вред окружающей среде. Биологические отходы портят структуру плодородной почвы, ее эрозию, смешиваясь с дождевой водой они приводят к тяжелым последствиям подземным и наземным водам. Из-за этого возникают эпидемические заболевания. А также, распространившись на воздух, влияние жидких биологических отходов, приводит к возникновению различных неприятных запахов, загрязняет воздух и приводит к отравлению среди населения, проживающего в этой местности.

Оставшийся после этих объектов, распространенный в атмосфере ядовитый биогаз подвергается химическим или фотохимическим изменениям в слоях воздуха. Возникшие в последствии химические продукты попадая в почву и воду, оказывают влияние на все живые организмы, портят здания и т.д. В случае нехватки кислорода животные и люди не смогут дышать должным образом.

## **6.2 Энергия биогаза**

Биомасса является очень эффективным источником перерабатываемой энергии. Ресурсы биомасс широко распространены во всех регионах мира и каждый из них можно производить. На данный момент благодаря этой биомассе можно покрыть 6-10 % мирового энергетического применения. Ежегодно по всему миру через процесс фотосинтеза добывается около 40 млрд. тонн нефти и 120 млрд. тонн органического сырья. Биомассы в бытовых целях можно применять в следующих направлениях: непосредственное сжигание или получения биогаза от различных отходов в сельской местности.

Биомасса, включая особенно древесину являются единственным приемлемым источником энергии для жителей сел. Древесина ежегодно удовлетворяет потребности 2 млрд человек по всему миру. Биомасса составляет одну седьмую годовой мировой продукции. По части качества соперничает с природным газом, находясь на третьем месте. Энергетика биомассы дает энергию в четыре раза больше чем ядерная энергетика. В странах Евросоюза продукция биомассы составляет 55% от общей энергетической продукции на 1992 год.

Энергия биомассы широко применяется в таких странах как Португалия, Франция, Германия, Дания, Италия и Испания. В странах Евросоюза ежегодно добывается биоэнергия, равная 100-120 тоннам

эквивалента нефти. А также сырье биомассы ежегодно можно добыть из различных энергетических плантаций в объеме 250 тонн. Получение биогаза является самым отличающимся и приемлемым видом производства биомассы. Биогаз играет особую роль в сельском хозяйстве. Поскольку посредством производства биомассы появляющейся в сельском хозяйстве можно получить семидесяти процентный метан и органические вещества, полезные для земледелия.

Особое свойство производства биогаза – вырабатываемый при его производстве объем ядовитого газа намного опережает объем газа, вырабатываемого при производстве нефти. Экономическая ценность добычи биогаза на сегодняшний день окупается. Биогаз используется в таких целях как освещение, обогрев дома, приготовление пищи, приведение в движение транспорта и роторов электрогенератора. По расчетам ученых для обогрева площади в  $1 \text{ м}^2$  необходимо  $45 \text{ м}^3$  биогаза в год, а для обогрева воды ежедневно необходимо  $5-6 \text{ м}^3$  биогаза. Из 1 тонны травы при сорока процентной влажности можно получить  $15 \text{ м}^3$  биогаза. Для получения 1 кВт/час электроэнергии необходимо  $0,7-0,8 \text{ м}^3$  биогаза. В Украине одними только свино- и птицефабриками вырабатывается около 3 млн. тонн органических отходов. От него, соответственно 1 млн. тонн биогаза можно получить  $8 \cdot 10^9$  кВт·час электроэнергии.

Биогазовые установки являются установками, производящими биогазовые и биологические удобрения путем неокислородного сжатия из биологических отходов в сельском хозяйстве.

В качестве сырья можно использовать навоз крупного рогатого скота, птичий помет, отходы зарезанного скота (кровь, жиры, кости и т.д.), отходы растений, сгнившие зерновые культуры, биомусор, отходы от производства корма, и прочие вещества.

### **6.3 Состав биогаза и принцип работы**

На сегодняшний день имеются несколько видов биогазовых установок. Чтобы понять их общую характеристику, остановимся на самом качественном и простом из них. Он называется биогазовой установкой I. Сокращенно его называют БГУ-1.

БГУ-1 является экологически чистым, не содержит каких-либо примесей и используется для применения отходов сельского хозяйства на человеческие нужды и в быту. Для переработки органических отходов при применяется, проводимая помощи анаэробной бактерии технология биметаногенерации и метаногенерации. Несомненно, это сложная биохимическая система. В результате развития анаэробной бактерии, полимеры, ( полисахарид, белки, пептиды, жиры, жирные кислоты, нуклеиновые кислоты и т.д. ) составляющие органические отходы, вырабатывают метановый газ. Оборот дает хороший результат, если данный

процесс будет проводиться при средней температуре 520 С, 530 С. Обычная температура прочих устройств – 370 С.

Биогаз – это газообразное сырье, вырабатываемое в результате ферментации различных органических веществ анаэробного расщепления. Биогаз – смесь различных газов. Основные его компоненты: метан ( $\text{CH}_4$ ) – 55-70 % и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – 28-43 %, а также газы меньшего объема, например, серный водород ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Из среднего расчета из 1 кг органических веществ в результате 70% прямого оборота вырабатывается 0,32 кг метана, 18 кг углекислого газа, 0,2 кг воды, 0,3 кг нерастворимых отходов.

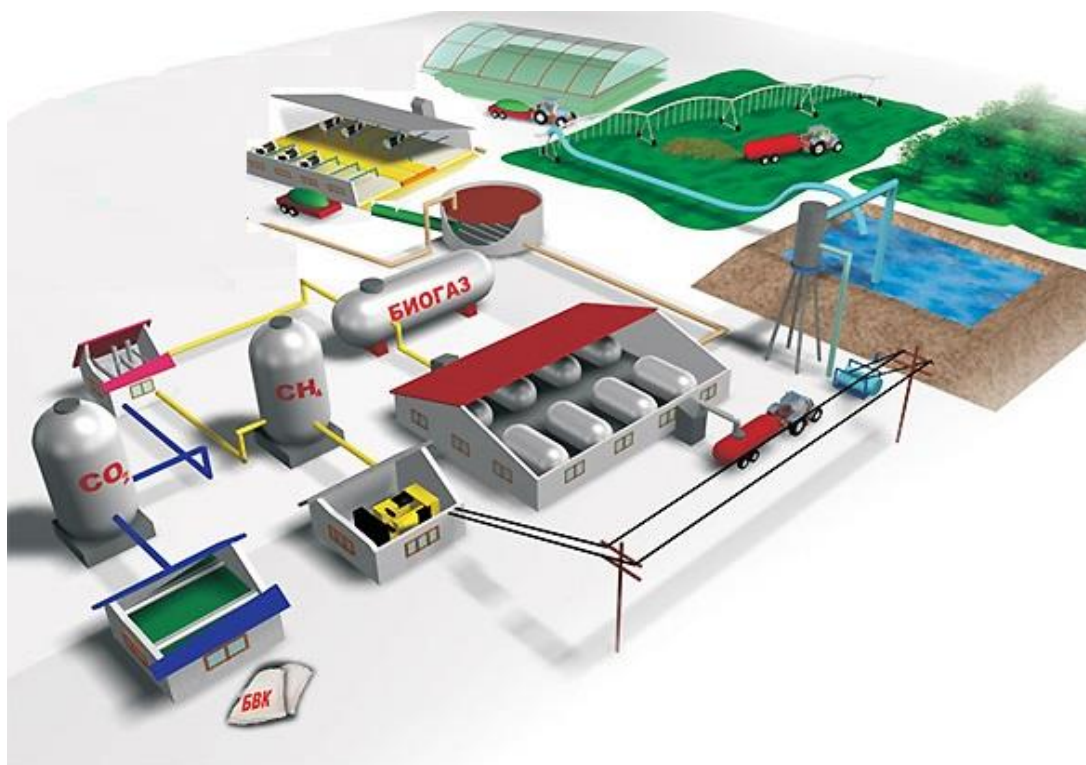


Рисунок 6.1 – Технология переработки биогаза

#### 6.4 Размещение БГУ-1 в Казахстане

Казахстан очень богат на запасы биомассы, вырабатываемой анаэробным путем, поэтому можно получить следующее: метан ( $\text{CH}_4$ ), углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), органические вещества используемые на потребности земледелия. В Республике Казахстан имеются 148 тысяч сельских хозяйств: 131 тыс земледельческих, 9567 скотоводских, 7 тысяч посевных хозяйств.

По этим результатам назревает необходимость в постройке 148 тысяч биогазовых установок. Должны быть 9567 установок большого размера ( $10\text{м}^3$ ) и оставшиеся поменьше. Стоит быть внимательными при размещении БГУ-1 в Республике Казахстан. Это все связано со следующими фактами: Несмотря на

большую территорию Республики Казахстан, число населения небольшое, разнообразность регионов проживания и влияние континентального климата.

### 6.5 Проведение расчета по определению биогазовой электрической установки по числу коров в населенном пункте

В дипломной работе мы использовали коров в качестве источника сырья.

В сельскохозяйственном предприятии населенного пункта Кордай имеется 600 голов коров.

В установленном виде одна корова дает 45 кг. Сырья для биогаза. А 600 голов коров в день дадут:

$$M = 600 \cdot 45 = 27000 \text{ кг.}$$

Так как сырье набирается в течение 1 месяца:

$$M_{\text{месяц}} = 27000 \cdot 30 = 810000 \text{ кг.}$$

Для получения  $1 \text{ м}^3$  органического вещества необходимо 6 кг коровьего сырья. В связи с этим, чтобы найти площадь реактора:

$$V_p = \frac{M_{\text{мес}}}{m_{\text{штук}}} = \frac{810000}{6} = 135000 \text{ м}^3. \quad (6.1)$$

Следовательно, выберем площадь реактора по этой площади.

От 1 т коровьего сырья добывается 38-52  $\text{м}^3$  биогаза. Так как нам известно ежедневное применение 27 т сырья, то ежедневно добывается биогаза:

$$V_{\text{газ}} = M \cdot 45 = 27 \cdot 45 = 1215 \text{ м}^3. \quad (6.2)$$

Чтобы подобрать газовую турбину нам необходим еже часный расход:

$$V_{\text{газ}} = \frac{1215}{24} = 50,63 \text{ м}^3 / \text{час.}$$

От  $1 \text{ м}^3$  газа можно получить 2 кВт электроэнергии.

$$I = \frac{P}{U} = P = 50,63 \cdot 2 = 101,26 \text{ кВт.} \quad (6.3)$$

То есть, как мы и рассчитываем, можно получить 101,26 кВт электроэнергии. В связи с этим значением выберем биоагрегат БГУ-100 [31].

Таблица 6.1 – Техническая характеристика выбранного биоагрегата.

Характеристика	Значение
Установленная мощность	100 кВт
Электрическая мощность	720 кВт
Тепловая мощность	600 кВт
Производство тепловой энергии	660 МВт·час·год
Напряжение	380 В
Вес	5440 кг
Шум, отдаленный от контейнера на 1 м	85 Дб
Стоимость, тг	17 200 000

Подберем кабельную линию и автоматический выключатель для подобранного биоагрегата. Для этого выясним ток:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 152 \text{ А.}$$

Подберем кабельную линию АВВГ-(3х50) и автоматический выключатель ВА-04-36 по выясненному току. Разрешаемый ток кабельной линии  $I_{\text{доп}}=175\text{А}$ , равен  $I_{\text{доп}}=160\text{ А}$  в автоматическом выключателе.

Теперь плюсуем ветряной агрегат и биоагрегат и подберем проводник шины. Выясним ток:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1000 \text{ А.}$$

По результатам подберем проводник шину ШРА (50х5).

В дипломной работе основным источником питания населенного пункта является ветер. Чтобы не остаться без источника питания в случае если ветер в районе населенного пункта в течение 3 дней станет равен 0, подберем *газовый резервуар* для обеспечения бесперебойной энергией.

Выясним энергию необходимую на 3 дня:

$$Э_{\text{зун}} = 24 \cdot 3 \cdot 533,82 = 38435,04 \text{ кВт} \cdot \text{час.} \quad (6.4)$$

$$V_{\text{газ}} = \frac{38435,04}{2} = 19217,52 \approx 20000 \text{ м}^3 / \text{час.} \quad (6.5)$$

По найденной площади подберем резервуар.

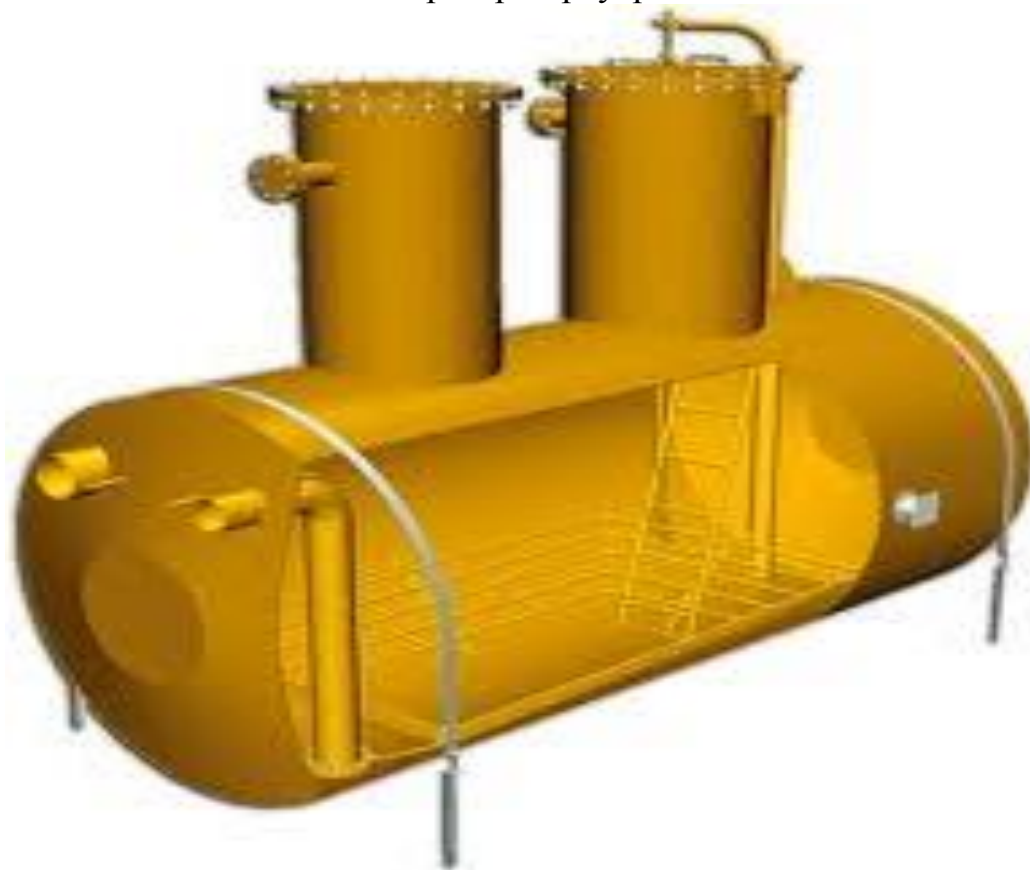


Рисунок 6.2 – Подбранное хранилище объемом 20000 м<sup>3</sup>

## 7 Безопасность для жизнедеятельности

### 7.1 Молниезащита объекта

Защита элементов электрических установок от атмосферных перенапряжений и, соответственно, от поражения прямыми ударами молний осуществляется устройством молниеотводов – заземленных проводников, располагаемых выше защищаемых элементов электрической установки:

- вертикально-осевая ветроэнергетическая турбина;
- фотоэлектрический модуль и контейнер с радиотехническим оборудованием.

Молниеотводы – специальные части молниезащиты, состоящие из несущей части (опоры), молниеприемника, токоотвода и заземлителя. Они предназначены для приема электростатического заряда молнии и отвода ее токов в землю.

Для данного объекта выбрать одиночный стержневой молниеотвод, изготовленный из стали сечением  $100 \text{ мм}^2$ . Опоры молниеотвода выполняется из железобетона. Используется тип заземлителя вертикальный из стальных ввинчиваемых стержней длиной 2-5 м.

Соединение молниеприемников токоотводов и заземлителей осуществляется сваркой.

Среднегодовая интенсивность грозовой деятельности в часах определяется по специальным картам.

Ожидаемое количество поражений молнией в год

$$N = (S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) \cdot n \cdot 10000 \quad (7.1)$$

где  $S, L$  - соответственно ширина и длина защищаемого объекта, м;

$h$  - наибольшая высота объекта, м;

$n$  - среднегодовое число ударов молний в  $1 \text{ км}^2$  земной поверхности.

Таблица 7.1 – Среднегодовое число ударов молний в  $1 \text{ км}^2$ .

Интенсивность грозовой деятельности, ч в год	10-20	20-40	40-60	60-80	80 и более
$n$	1	3	6	9	12

Величина импульсного сопротивления заземлителя связана с предельно допустимым сопротивлением растеканию тока промышленной частоты

$$R_u = K \quad (7.1.)$$

где  $K$  - коэффициент импульса принимается согласно  $R_u$  для каждого заземлителя должна быть не более 10 Ом (для защиты II категории 20 Ом), а в грунтах с удельным сопротивлением 500 Ом · м допускается до 40 Ом.

В целях защиты от заноса высоких потенциалов в защищаемый объект по подземным металлическим коммуникациям необходимо заземлители и подводы к ним располагать на расстоянии  $S_z = 0,5 \cdot R_{уст}$  и  $S_z = 0,3 \cdot R_{умр}$ , но не менее 3 м, где  $R_{уст}$ ,  $R_{умр}$  – величина  $R_u$  для стержневого и тросового заземлителя. Коммуникации при вводе в здание соединяются с заземлителями.

Ввод выполняется кабелем; металлическая оболочка кабелей заземляется у ввода в здание и в местах перехода воздушных линий в кабель, а в местах перехода между каждой жилой и заземленными элементами устраиваются закрытые искровые промежутки или разрядники.

Защита от электростатической индукции выполняется путем присоединения металлических корпусов всего оборудования, аппаратов и металлических конструкций к специальному или защитному заземлению.

Защита от электромагнитной индукции между трубопроводами и другими металлическими предметами (оболочка кабелей и др.) в местах их возможного сближения на расстоянии 10 см и менее через каждые 20 м для объектов I категории защиты и 25-30 см для II категории привариваются металлические перемычки для недопущения незамкнутых контуров.

Зона защиты одиночного молниеотвода представляет собой в вертикальном сечении конус с образующей в виде ломаной линии. Построение зоны защиты для молниеотвода высотой менее 60 м производится следующим образом:

1. От основания молниеотвода в противоположные стороны откладывается два отрезка  $CA_1$  и  $CB_1$ , равные 0,75 высоты молниеотвода,
2.  $A_1$  и  $B_1$  соединяются с вершиной молниеотвода.
3. На высоте 0,8 высоты молниеотвода находится точка  $O_1$ , которую следует соединить прямой с концами отрезков  $CB$  и  $CA$ , равных 1,5 длины молниеотвода.

Ломаная ВДО и является образующей зоны защиты для определения величины радиуса защиты  $r_x$ , м, на любой высоте  $h_x$  зоны защиты используют формулы:

$$r_x = 1,5 \cdot (h - 1,25h_x) \quad (7.1)$$

$$r_x = 1,5 \cdot (30 - 1,25 \cdot 15) = 16,875$$

$$h_{онм} = \frac{r_x + 1,9h_x}{1,5} \quad (7.2)$$



$$h_{opt} = \frac{16,875 + 1,9 \cdot 15}{1,5} = 30,25$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h \quad (7.3)$$

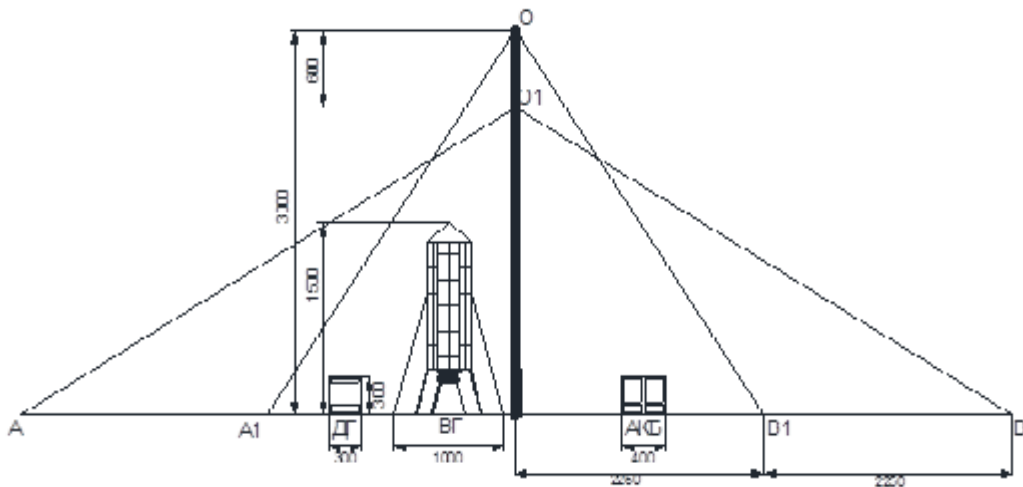
$$r_0 = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ м}$$

$$h_0 = 0,8 \cdot h \quad (7.4)$$

$$h_0 = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ м}$$

где  $h_x$  – высота ВЭУ, 15 м;  
 $h$  – высота стержня, 30 м;  
 $h_{opt}$  – оптимальная высота стержня;  
 $h_0$  – высота перелома, образующей конуса;  
 $r_0$  – радиус основания конуса;  
 $r_x$  – радиус защиты на любой высоте  $h_x$ .

Согласно полученным расчетам, построим зону защиты.



ВЭУ – ветроэнергетическая установка; АКБ – аккумуляторная батарея;

Рисунок 7.1 – Молниезащитная зона

Защитные свойства стержневого молниеотвода определяются зоной защиты – пространство вокруг молниеотвода, где поражение защищаемого объекта атмосферными разрядами меньше предельно допустимой вероятности.

При высоте молниеотвода 30,25 м, выбранная ветроэнергетическая установка будет находиться в защитной зоне.

При установке молниеотводов на порталах подстанции для повышения надежности грозозащиты необходимо:

- установить дополнительный заземлитель из двух, трех труб длиной три, пять метра у стоек конструкций с молниотводами
- обеспечить растекание тока молнии от конструкций к молниотводам не менее чем в трех, четырех направлениях;
- увеличить число изоляторов в гирляндах по сравнению с обычным на два;
- производить присоединение заземлителя трансформаторов на расстоянии не менее пятнадцати метров от заземлителя молниеотвода.

## 7.2 Расчет зануления

Питание электрических приборов внутри помещения осуществляется от трехфазной сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц с использованием автоматов токовой защиты.

Занулением называется намеренное соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут случайно оказаться под напряжением, с многократно заземленным нулевым проводом.

Применяется в четырехпроводных сетях напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью.

Зануления является основной мерой защиты от поражения электрическим током в сетях напряжением до 1 кВ. Оно служит для защиты от поражения электрическим током при повреждении изоляции проводов электроустановок.

Назначение зануления заключается в быстром отключении электроустановок от сети при замыкании (или двух) фазы на корпус, обеспечение безопасности прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийной ситуации.

К частям, подлежащим занулению, относятся:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, выключателей светильников и др.;
- приводы электрических аппаратов: вторичные обмотки измерительных трансформаторов, металлические конструкции распределительных устройств, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, контрольных и наладочных стоек, корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- электрооборудование, размещенное на движущих частях станков, машин и механизмов.

С целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка, в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана так, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток

короткого замыкания, превышающий не менее чем в три раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя, автоматического выключателя при номинальном токе более 100 А в 1,25 раза.

Ток короткого замыкания  $I_{кз}$  в фазном проводе зависит от фазного напряжения  $U_{\phi}$  и полного сопротивления цепи, равного сумме сопротивлений обмотки трансформатора  $Z_T/3$ , фазного проводника  $Z_{\phi}$ , нулевого защитного проводника  $Z_{н}$ , внешнего индуктивного сопротивления петли фазный проводник-нулевой защитный проводник (петля фаза – нуль)  $X_{\pi}$ , активного сопротивления заземления нейтрали трансформатора  $R_0$ .

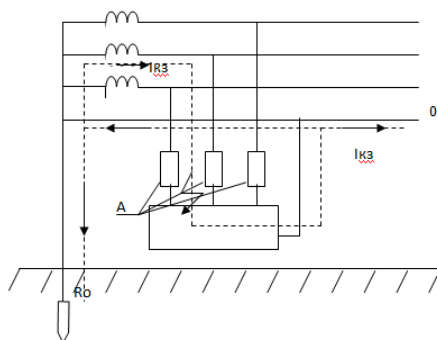
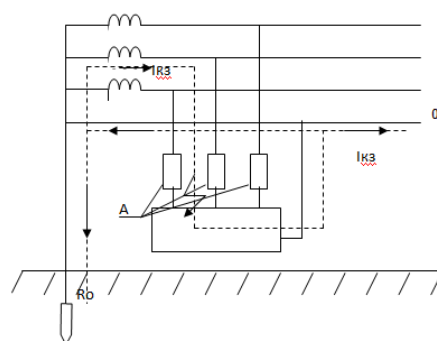


Рисунок 7.2 – Принципиальная схема переменного тока с занулением



А - аппарат защиты (предохранитель или автоматический выключатель);

$R_0$  - заземление нейтрали.

Рисунок 7.3 – Принципиальная схема переменного тока с занулением

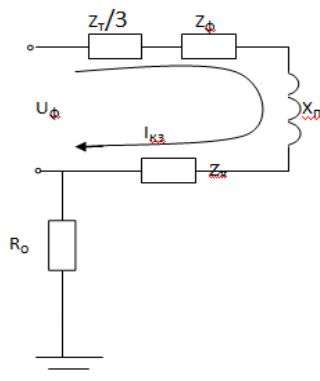


Рисунок 7.4 – Полная расчетная схема зануления

Значение сопротивления  $R_0$ , как правило, намного больше по сравнению с другими элементами цепи, параллельная ветвь, образованная им, создает незначительное увеличение тока короткого замыкания, что позволяет им пренебречь. Однако данное допущение увеличивает требования, предъявляемые к занулению, и значительно упрощает расчетную схему (рисунок 7.4)

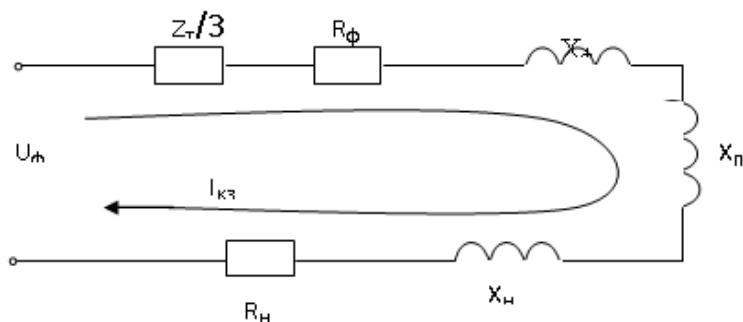


Рисунок 7.5 - Упрощенная схема зануления

Тогда выражение короткого замыкания  $I_{кз}$  (А) в комплексной форме примет вид:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_{\phi} + Z_n + jX_n} \quad (7.5)$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение сети, В;

$Z_T$  – комплекс полного сопротивления обмоток трехфазного источника тока (трансформатора), Ом;

$Z_{\phi} = R_{\phi} + jX_{\phi}$  – комплекс полного сопротивления фазного провода, Ом;

$Z_n = R_n + jX_n$  – комплекс полного сопротивления нулевого защитного проводника, Ом;

$R_{\phi}$  и  $R_n$  – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;

$X_{\phi}$  и  $X_n$  – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;

$X_n$  – внешнее индуктивное сопротивление контура (петли) фазный проводник – нулевой защитный проводник (петля фаза – нуль), Ом;

$Z_n = Z_{\phi} + Z_n + jX_n$  – комплекс полного сопротивления петли фаза – нуль, Ом.

С учетом последнего равенства, получим:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_n} \quad (7.6)$$

При расчете зануления принято применять допущение, при котором для вычисления действительного значения (модуля) тока короткого замыкания  $I_{кз}$  модули сопротивления  $\frac{Z_m}{3}$  и  $Z_n$  складываются арифметически. Данное допущение вносит некоторую неточность (5%) и считается приемлемым, однако ужесточает требования безопасности.

Действительный вид полного сопротивления петли фаза – нуль примет вид:

$$Z_n = \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2}, \text{ Ом} \quad (7.7)$$

Формула для поверочного расчета определяется с учетом коэффициента кратности  $K$  тока короткого замыкания, определяемого требованиями к занулению:

$$K \cdot I_n \leq \frac{U_\phi}{\frac{Z_m}{3} + \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2}} \quad (7.8)$$

где  $I_n$  - номинальный ток аппарата защиты.

Для предохранителей и автоматических выключателей, имеющих обратозависимую характеристику от тока, значение коэффициента  $K$  принимается  $K \geq 3$ . В случае, если электроустановка защищается автоматическим выключателем, имеющим только электромагнитный расцепитель (отсечку), то для автоматов с  $I_n$  до 100 А,  $K = 1,4$ , а для автоматов с  $I_n > 100$  А,  $K = 1,25$ .

Данные по проекту:

Напряжение сети – 0,23 кВ;

Мощность – 3,95 кВт;

Мощность наиболее удаленного электроприемника – 2,1 кВт;

Ток нагрузки ЩР – 34,15 А

Длина кабеля до ЩР-2 – 5 м;

Длина провода от ЩР-2 до станка – 10 м.

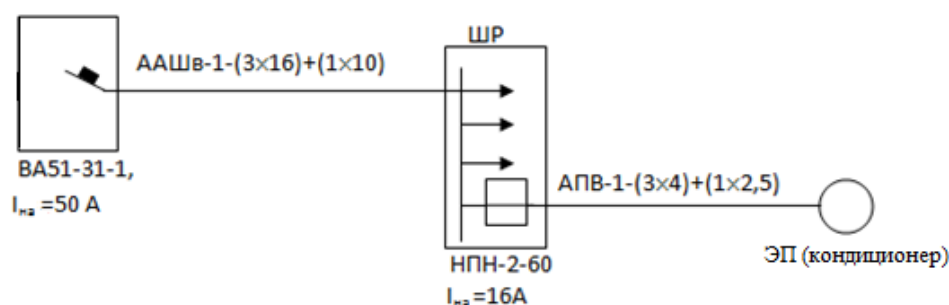


Рисунок 7.6 - Схема замещения

Расчет токов нагрузки и выбор защитной аппаратуры:  
Номинальный ток (система кондиционирования и вентиляции)

$$I_H = \frac{P}{U_H \cdot \cos \varphi} \quad (7.9)$$

$$I_H = \frac{2,1}{0,23 \cdot 0,9} = 10,14 \text{ A}$$

Принимаем рассчитанные ранее в главе 2.2 выключатели:

$$I_{H \text{ авт.выкл.}} = 25 \text{ A}; I_{H \text{ нл.вст.}} = 20 \text{ A} (> I_{PmЭH} = 10,14 \text{ A});$$

Определение полных сопротивлений элементов цепи:

- сопротивление трансформатора для группы соединения Д/У<sub>0</sub> – 11  
 $Z_T = 0,027 \text{ Ом};$

- сопротивление кабеля, при сечении фазной жилы 10 мм<sup>2</sup> и нулевой 8 мм<sup>2</sup>  $Z_{\text{пфо}} = 1,8 \text{ Ом/км}$

$$Z_n = Z_{\text{пфо}} \cdot L_1 \quad (7.10)$$

$$Z_n = 1,8 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ Ом};$$

- сопротивление провода при сечении фазной жилы 4 мм<sup>2</sup> и нулевой 3 мм<sup>2</sup>  $Z_{\text{пфо}} = 2,54 \text{ Ом/км}$

$$Z_n = Z_{\text{пфо}} \cdot L_2 \quad (7.11)$$

$$Z_n = 2,54 \cdot 0,01 = 0,025 \text{ Ом}$$

Определение тока КЗ

$$I_{\text{кз1}} = \frac{220}{\frac{0,027}{3} + 0,09} = 2222 \text{ A}$$

$$I_{\text{кз2}} = \frac{220}{\frac{0,027}{3} + 0,09 + 0,025} = 1761,71 \text{ A}$$

Определение кратности тока

$$\frac{I_{\text{кз}}}{I_{\text{на}}} = \frac{2222}{50} = 44,4$$

$$\frac{I_{\text{кз}}}{I_{\text{на}}} = \frac{1761,71}{20} = 88,09$$

Условие  $I_{кз} \geq I_n \cdot K$ , где  $K_a = 1,25$ ;  $K_{нв} = 3$ , то  $2222 \text{ A} > 1,25 \cdot 50 = 62,5$  и  $1761,71 \text{ A} > 1,25 \cdot 20 = 25 \text{ A}$ ;

Определение времени срабатывания аппарата защиты: автоматического выключателя принимается из справочника. В данном случае время отключения аппарата защиты равно 0,16 секунд.

Потенциал корпуса поврежденного оборудования

$$U_{к1} = I_{кз} \cdot Z_{н1} \quad (7.12)$$

$$U_{к1} = 2222 \cdot 0,014 = 31,11 \text{ В}$$

где  $Z_{н1}$  – сопротивление нулевой жилы кабеля,  $Z_{н1} = R_{н1}$ , так как величина внутреннего индуктивного сопротивления  $X_{н1}$  алюминиевого проводника сравнительно мала (около 0,0156 Ом/км)

$$R_{н1} = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (7.13)$$

$$R_{н1} = \frac{0,028 \cdot 5}{10} = 0,014 \text{ Ом}$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление алюминиевой жилы принимается равной 0,028 Ом×мм<sup>2</sup>/м;

$S$  – сечение жилы, мм<sup>2</sup>;

$L$  – длина проводника, м

$$U_{к2} = I_{кз} \cdot Z_{н2} \quad (7.14)$$

где  $Z_{н2}$  – сопротивление нулевого провода,  $Z_{н2} = R_{н2}$ ;

$$R_{н2} = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (7.15)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление алюминиевой жилы принимается равной 0,0078 Ом×мм<sup>2</sup>/м;

$$R_{н2} = \frac{0,0078 \cdot 10}{2,5} = 0,0312 \text{ Ом}$$

$$U_{к2} = 1761,71 \cdot 0,0312 = 54,96 \text{ В}$$

Ток, проходящий через тело человека, равен

$$I_h = \frac{U_k}{R_h} \quad (7.16)$$

$$I_{h1} = \frac{31,11}{1000} = 31,11 \text{ мА}$$

$$I_{h2} = \frac{54,96}{1000} = 55,96 \text{ мА}$$

Такие величины тока являются опасными для жизни. Может возникнуть паралич дыхания при воздействии от 3 секунд и дольше, т.е. время срабатывания автоматического выключателя верное.

### 7.3 Защита от шума

При электроснабжении системой «ветро-солнце-дизель» возникает два вида шумов:

- механический (удары, колебания отдельных деталей и оборудования в целом);
- аэродинамический (шум газов и воздуха).

В процессе работы данные шумы могут явиться причиной различных психических, сердечнососудистых, желудочно-кишечных, кожных заболеваний.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слух, но и, в первую очередь, на структуру головного мозга, вызывает сдвиги в различных функциональных системах организма.

#### *Способы защиты от шума*

Защита от шума должна обеспечиваться шумобезопасной техникой, применением методов и средств как коллективной, в том числе строительно-акустических, так и индивидуальной защиты.

В первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. По отношению к источнику шума коллективные средства защиты делятся на:

- снижающие шум в источнике его возникновения;
- снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции оборудования, являющегося источником шума, или изменением технологического процесса. Средства, снижающие уровень шума в источнике его возникновения в зависимости от характера шумообразования делятся на средства защиты от шума:

- механического происхождения;
- аэродинамического и гидродинамического происхождения;
- электромагнитного происхождения.



В зависимости от способа реализации методы и средства коллективной защиты подразделяются на:

- строительно-акустические;
- архитектурно-планировочные;
- организационно-технические.

Данные мероприятия включают в себя:

- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- изменение направленности излучения шума;
- акустическую обработку помещений;
- применение звукоизоляции.

Ширина санитарно-защитной зоны вокруг крупных предприятий может достигать нескольких километров в зависимости от установленного оборудования. Создание такой санитарно-защитной может являться неразрешимой задачей для объектов, находящихся в черте города.

В случае, когда средствами коллективной защиты не удалось добиться допустимого уровня шума на рабочем месте, применяются средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Принцип действия СИЗ заключается в том, чтобы защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройства органов слуха, а также нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

К наиболее эффективным средствам индивидуальной защиты относятся противозумные вкладыши (беруши), наушники, каски и шлемы, а также специальные костюмы.

### *Уровень допустимых звуковых давлений*

Таблица 7.3 – Уровень допустимых звуковых давлений

Назначение помещений или территорий	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука $L_A$ (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$ ), дБА	Максимальный уровень звука $L_{Amax}$ , дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
телефонные и телеграфные станции	83	74	68	63	60	57	55	54	65	75

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные уровни звукового давления  $L_{э\text{кв}}$  и максимальные уровни звукового давления  $L_{\text{макс}}$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Допускается использовать эквивалентные уровни звука  $L_{A\text{экв}}$ , дБА, и максимальные уровни звука  $L_{A\text{макс}}$ , дБА. Уровень шума, как эквивалентный, так и максимальный уровень которого не превышает установленные нормативные значения, считают шумом в пределах нормы.

*Определение целесообразности шумозащитных мер*

Рассматриваемая ветроэнергетическая установка производит два вида шума:

- механический;
- аэродинамический.

Шумовые характеристики для ВЭУ представлены в таблице 7.3

Прогнозная долгосрочная средняя скорость ветра на площадке, где располагается районная телевизионная станция составляет 8,05 м/с. Для исходного ветрогенератора мощностью 10 кВт уровень шума составит порядка 44,5 дБ.

Таблица 7.4 – Шумовые характеристики ветрогенераторов

Мощность, Вт	20000	10000	5000	3000	2000	1000	500	400	300	200
Скорость ветра, м/с	Уровень шума ветрогенератора, дБ (Измеренные показатели уровня звука включают фоновый шум ветра)									
3	29,7	21,3	20	20,9	24,6	23,3	20,9	20,9	22,6	21,8
4	34	21,7	22,6	27,8	24,8	24,8	22,7	23,4	26,3	23,9
5	38,2	29,4	24,5	36,2	29,5	30,9	26,2	28,5	31,7	30
6	40,9	30,6	32,2	40,2	35,2	36,9	33,6	36,7	37,6	38,7
7	45,1	41,4	35,6	45,8	40,7	42,2	40,3	43,6	45,9	44,1
8	48	44,5	40,4	46,9	48,2	49	45	49,8	53,5	51,6
9	51,3	50,3	44,7	48,9	52,6	53,4	52,7	51,6	61,9	59,7
10	54,6	54,8	48,6	59	61,8	62,4	58,4	61,8	69,5	65,1
11	57,5	58,4	58,4	62,4	65,8	64	59,5	66,2	73	73,9
12	61,7	59,4	59,3	64,6	70,5	70,7	63,3	69,5	77,3	77,6

*Расчет шума*

Таблица 7.5 – Нормируемые уровни звукового давления

v	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L <sub>p</sub>	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
L <sub>н</sub>	96	83	74	68	63	60	57	55

где  $L_p$  – уровень звукового давления на рабочем месте;

$L_n$  – допустимый уровень звукового давления для рабочего места.

Расчет шума в зоне прямого звук производится по формуле:

$$L = L_p + 10 \lg \frac{\chi \Phi}{S} \quad (7.17)$$

где  $L_p$  – октавный уровень звуковой мощности в дБ источника шума;

$\chi$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля и принимаемый в зависимости от отношения расстояния  $r$  в м между акустическим центром источника и расчетной точкой к максимальным габаритным размерам  $l_{\max}$  в м источника шума по графику на рисунке 7.6.

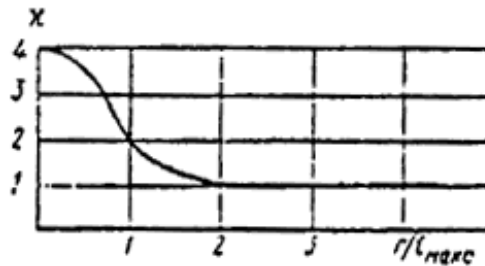


Рисунок 7.7 – График для определения коэффициента  $\chi$  в зависимости от отношения  $r$  к максимальному линейному размеру источника шума  $l_{\max}$ .

$\Phi$  – фактор направленности источника шума, безразмерный, определяется по опытным данным. Для источников шума с равномерным излучением звука следует принимать  $\Phi = 1$ ;

$S$  – площадь в  $\text{м}^2$  воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник и проходящей через расчетную точку.

Для источников шума, у которых  $2 l_{\max} < r$ , следует принимать при расположении источника шума  $S = 4\pi r^2$ ;

Расчет для расстояния 4 м

$$S = 4 \cdot 3,14 \cdot 4^2 = 200,96$$

$$\chi = 1; \Phi = 1$$

$$L = 29,4 + 10 \lg \frac{1}{200,96} = 23,87 \text{ дБ}$$

Результаты расчета заносятся в таблицу 7.6

Таблица 7.6 - Результаты расчета

$\nu$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_n$	96,00	83,00	74,00	68,00	63,00	60,00	57,00	55,00
$L(4м), Дб$	23,87	23,87	23,87	23,87	23,87	23,87	23,87	23,87
$L(5м), Дб$	21,93	21,93	21,93	21,93	21,93	21,93	21,93	21,93
$L(8м), Дб$	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85
$L(10м), Дб$	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91
$L(15м), Дб$	12,39	12,39	12,39	12,39	12,39	12,39	12,39	12,39

где:  $L$  – октавный уровень звукового давления в расчетной точке;

$L_n$  – допустимый уровень звукового давления для рабочего места

По результатам расчетов, шум, который издает ВРТБ ниже допустимого уровня шума для объекта, соответственно, применение шумозащитных мер нецелесообразно. Стоит также упомянуть, в составе системы есть дизель-генератор, однако по заявленным характеристикам уровень звукового давления, издаваемого им, не превышает 43 дБ, так как поставляется в защитном кожухе.

## **8 Экономический раздел**

Технико-экономическое обоснование строительства ветро-био агрегатов для обеспечения населенного пункта электричеством с помощью ветряной энергии и энергии биомассы.

### **8.1 Общие сведения**

Поскольку территория Казахстана очень большая и обширная, некоторые населенные пункты, села расположены вдали от электростанций. Такие населенные пункты зачастую остаются без электроэнергии. Именно поэтому цель этой дипломного проекта заключается в том, чтобы применить нетрадиционные перерабатываемые источники энергии, произвести электроэнергию и доставить ее до населенных пунктов.

Рассматриваемый мною населенный пункт состоит из 160 домов, больницы, способной принять 150 человек за 1 смену, 2 магазинов, бани, школы на 190 учащихся, детсада на 90 детей, административного отделения, дома культуры на 100 человек, а также комплекса занимающегося ведением скота.

Использование нетрадиционной перерабатываемой энергии сдерживает быстрое истощение ископаемого топлива в нашей стране, снижает экологическую опасность для человечества.

В данном дипломном проекте энергия ветра является основным источником питания. Поскольку нетрадиционная перерабатываемая энергия имеет перспективное будущее, является экологически чистой, практически неисчерпаемой, дешевой и приемлемой. Ее использование не нарушает природный баланс. Чтобы подобрать ветряной агрегат, я рассмотрел(а) три наброска и выбрал(а) приемлемый.

В качестве дополнительного источника питания добывается энергия биомассы. Получение биогаза является самым отличающимся и приемлемым видом производства биомассы. Биогаз играет особенную роль в сельском хозяйстве. Поскольку посредством производства биомассы появляющейся в сельском хозяйстве можно получить семидесяти процентный метан и органические вещества, полезные для земледелия. Особое свойство производства биогаза – вырабатываемый при его производстве объем ядовитого газа намного опережает объем газа, вырабатываемого при производстве нефти. Экономическая ценность добычи биогаза на сегодняшний день окупается. Биогаз используется в таких целях как освещение, обогрев дома, приготовление пищи, приведение в движение транспорта и роторов электрогенератора.

Вместе с этим, я рассмотрел(а) ситуацию с отсутствием ветра в течение трех дней. То есть, чтобы населенный пункт не остался без электроэнергии при отсутствии ветра, я подобрал(а) резервуар.

Основной расчет обоснования является выяснение экономической приемлемости проекта, инвестиционной выгоды, срока возмещения финансовых вложений, чистой получаемой ценности и индекса рентабельности.

## **8.2 Рынок сбыта**

Назначение ветряных и био электростанций – производство электроэнергии из энергии ветра и биомассы, снабжение электроэнергией населенных пунктов не имеющих ее, извлечение выгоды путем продажи. Ценность электроэнергии состоит из себестоимости, расходов и минимальной выгоды. Чем ниже будет себестоимость, тем ниже стоимость производителя, чем ниже будет стоимость производителя от рыночной стоимости товара, тем больше выгоды может извлечь продавец.

Ветряные станции применяются для распределения электроэнергии по узлам, доставку и обеспечение электроэнергией жителей близлежащих населенных пунктов.

Путем осуществления деятельности ветряных и био станций необходимо оправдать расходы проекта, обеспечить выгоду организациям от рыночной среды. Полученная выгода не должна быть ниже среднего дохода.

## **8.3 Виды услуг и товаров**

Основной продукцией в данном дипломном проекте является электроэнергия. Для производства электроэнергии я применил(а) энергию ветра и биомассу. Для производства продукции сотрудники предприятий проводят работы по установке электроустановок, ремонту, проверке и т.д.

## **8.4 Экологическая информация**

Если мы дадим экологическую характеристику, то средняя годовая скорость ветра в населенном пункте «Кордай» составляет 7 м/с. Это хороший показатель для производства электроэнергии ветряного агрегата. Вместе с этим, он производит электроэнергию из вредных отходов скота, применяя биомассу.

Ветряные и био станции по экологическому состоянию соответствуют всем санитарным нормам. Для сохранения норм, их строят вдали от мест проживания жителей населенных пунктов.

## 8.5 Инвестиционный план

В ветряных электростанциях имеются 1 ветряной агрегат на 1,5 МВт. Определим необходимые инвестиции для этого проекта. Если брать в соответствии с ценами европейских стран, частная стоимость ветряной электростанции составляет 150 млн тенге/МВт. Поэтому стоимость станции мощностью 1,5 МВт составляет:

$$K = P \cdot C_{\text{мва}}, \text{ млн тенге} \quad (8.1)$$

где:  $P$  – мощность ВЭС, МВт;

$C_{\text{МВА}}$  – стоимость энергии в 1 МВт, тенге.

$$K_{\text{ст}} = 1,5 \cdot 150000000 = 225 \text{ млн.тенге}$$

Для того, чтобы соединить ВЭС с линией, необходимо провести воздушную электролинию подачи. По средним подсчетам для проведения линии 0,38 кВ применяются приемлемые с экономической стороны облегченные строительные опоры. Частная стоимость которых составляет 6,5 млн.тенге/км. Для населенного пункта потребуется проводник на 1,5 км.

$$K_{\text{линия}} = 1,5 \cdot 3,75 = 9,75 \text{ млн.тенге}$$

$$\Sigma K = K_0 + K_c + K_m + K_{\text{пр}}, \quad (8.2)$$

где,  $K_0$  – капитальные вложения, на приобретение установок, составляет;

$K_c$  – капитальные вложения, на строительные работы, составляет 14%  $K_0$ ;

$K_m$  – капитальные вложения, предназначенные на монтажные, эксплуатационные работы и настройку, составляет 7%  $K_0$ ;

$K_{\text{пр}}$  – капитальные вложения, предназначенные на прочие расходы, составляет 6%  $\Sigma K_0$ . Так как эти процентные показатели одинаковы для линии и станции, плюсуем оба финансирования.

$$K = K_{\text{ст}} + K_{\text{линия}} = 225 + 9,75 = 234,75 \text{ млн.тенге} \quad (8.3)$$

$$K_0 = (234,75 \cdot 73) / 100 = 171,37 \text{ млн.тг.}$$

$$K_c = (234,75 \cdot 14) / 100 = 32,87 \text{ млн.тг.}$$

$$K_m = (234,75 \cdot 7) / 100 = 16,43 \text{ млн.тг.}$$

$$K_{\text{пр}}=(234,75 \cdot 6)/100=14,08 \text{ млн.тг}$$

Если подсчитаем, включив это значение в формулу 8.5

$$\Sigma K = 171,37+ 32,87+ 16,43+14,08=234,75 \text{ млн.тг.}$$

В связи с исследованиям по времени максимального использования  $T_m=2900$  час/год. Из этого определяем количество вырабатываемой электроэнергии в год.

$$W = P \cdot T_m, \text{ тыс. кВт} \cdot \text{час}; \quad (8.4)$$

где  $P$  – мощность ВЭС, МВт.

$$W = 1,5 \cdot 2900 = 4350 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{час.}$$

Сумма амортизационных отчислений, включаемых в расходы предприятия, может быть выяснена различными способами. Если исходить из условий уравнения стоимости произведенной с нуля продукции на однородную стоимость основных запасов, то можно выяснить нижеследующим образом:

$$I_{\text{амп}} = K \cdot \frac{h_0}{100}, \quad (8.5)$$

где  $I_{\text{амп}}$  – издержки для суммы амортизационных отчислений, млн тенге;

$K$  – стоимость основных установок, млн тенге;

$h_0$  – норма амортизационных отчислений, %.

Амортизация – это ценовой признак износа. В зависимости от степени износа амортизационной стоимости, это объективный процесс амортизационных отчислений, включаемых в производственные расходы, продукцию деятельности и перевод на эксплуатацию, целевого использования выделенных денежных средств или преобразования в простое и расширенное производство основных запасов (основного инструмента).

Амортизационная стоимость – это разница между начальной стоимостью и ликвидной стоимостью. Она выясняется в качестве прогнозируемой стоимости отходов оставшихся в конце эксплуатационного срока обломков, вспомогательных деталей при поступлении основных инструментов. Амортизационные отчисления проводятся по амортизационным нормам.

Амортизационная норма – это соотношение годовой суммы амортизационных отчислений к средней годовой стоимости основных



инструментов.

Нормы определяются в экономических целях по сроку работы инструментов труда. Они отображают нормативный срок возмещения основных инструментов. Их уровень связан с долговечностью и физическим износом основного инструмента. В частности это определяется в связи с технико-составными и материально-вещественными особенностями инструментов труда, точным возрастом, находящегося в пользовании, основного инструмента (особенно машин и оборудования), моральным износом, находящихся в пользовании, основных инструментов.

Установим норму амортизационных отчислений как 6,1% .

$$I_{амр.ст} = \frac{6,1 \cdot 225}{100} = 13,5 \text{ млн.тенге}$$

$$I_{амр.линия} = \frac{6,1 \cdot 9,75}{100} = 0,585 \text{ млн.тенге}$$

$$I_{амр} = I_{амр.ст} + I_{амр.линия} = 13,5 + 0,585 = 14,085 \text{ млн.тенге}$$

Определяем оставшиеся от расходов 81,8% следующим образом:

$$I_{доп} = I_{амр} \cdot \frac{81,8}{18,2} = 46,2 \text{ млн.тенге}$$

где  $I_{доп}$  - издержки на дополнительные расходы.

Тогда полный расход будет следующий:

$$I_{пол} = I_{амр} + I_{доп}, \text{ млн.тенге}, \quad (8.6)$$

$$I_{пол} = 14,085 + 46,2 = 60,285 \text{ млн.тенге}$$

$$S = \frac{60,285}{4,35} = 13,858 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$$

Добавим еще 25% к себестоимости, так как прибыль должна учитываться. Это выясняется следующим образом:

$$T_9 = S \cdot 1,25 = 13,858 \cdot 1,25 = 17,325 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$$

Следовательно, сбыт электроэнергии ВЭС будет по цене 20 тг/кВт·час. Тогда чистая прибыль будет равно следующему:

$$П = 20 - 17,325 = 2,677 \text{ тенге.}$$

Теперь, ес вычислим прибыль:

$$\Pi = \mathcal{E} \cdot T_3 = 4,35 \cdot 17,325 = 75,363 \text{тенге} \quad (8.7)$$

Тогда чистая прибыль будет равно следующему:

$$\Pi_{\text{чист}} = \Pi - 20\% \Pi = 75,363 - 75,363 \cdot 20/100 = 60,29 \text{ тенге} \quad (8.8)$$

## 8.6 Расчет экономической эффективности:

Чистая приведенная стоимость (NPV).

Этот метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента  $r$ , устанавливаемого аналитиком (инвестором) самостоятельно исходя из ежегодного процента возврата, который он хочет или может иметь на инвестируемый им капитал.

Допустим, делается прогноз, что инвестиции будут генерировать в течение  $n$  лет, годовые доходы в размере  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Общая накопленная величина дисконтированных доходов (PV) и чистый приведенный эффект (NPV) соответственно рассчитываются по формулам:

$$CF = \Pi_{\text{ч}} + I_{\text{ам}}, \quad (8.9)$$

$$CF = \Pi_{\text{ч}} + I_{\text{ам}}, = 60,29 + 14,085 = 74,375 \text{млн.тенге},$$

$$NPV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0, \quad (8.10)$$

где  $I_c$  – инвестиции в данный проект, млн. тг.,

CF – ежегодный денежный поток;

$n$  – время реализации проекта; г.

$r$  – ставка дисконтирования,  $r=10\%$ .

$$NPV = -234,75 + 67,606 = 167,144 \text{млн.тенге}.$$

$$PV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n}, \quad (8.11)$$

$$PV = 74,375 \cdot 0,909 = 67,606 \text{млн.тенге},$$

Таблица 8.1 – Расчет чистую приведенную стоимость

Года	CF, млн тенге	$1/(1+i)^n$	NPV, млн тенге
0	0	1	-234,75
1	74,375	0,91	-167,144
2	74,375	0,826	-105,71
3	74,375	0,751	-49,854
4	74,375	0,683	1,01
5	74,375	0,621	47,19

$$PV=74,375 \cdot (0,91+0,826+0,751+0,683+0,621)= 281,956 \text{млн. тенге.}$$

Внутренняя норма доходности IRR=10,2 %, это больше:  $r = 10\%$ .

Очевидно, что если

-NPV > 0, то проект принесет прибыль сверх ожидаемой;

-NPV < 0, то по проекту ожидается «убыток»;

-NPV = 0, то проект соответствует ожиданиям инвестора.

При прогнозировании доходов по годам необходимо по возможности учитывать все виды поступлений как производственного, так и непроизводственного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Так, если по окончании периода реализации проекта планируется поступление средств в виде ликвидационной стоимости оборудования или высвобождения части оборотных средств, они должны быть учтены как доходы соответствующих периодов.

Индекс рентабельности

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{PV / (1+i)^t}{K_0} = \frac{281,956 / 0,683}{234,75} = 1,76 \quad (8.12)$$

Определение PP (срок возмещения).

Этот метод нужен для определения срока оплаты суммы начальных инвестиций.

$$PP = \frac{\sum K}{CF} \quad (8.13)$$

$$PP = \frac{234,75}{74,375} = 3,156 \text{ лет}$$

Необходимо отметить, что показатель NPV отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала проекта в случае принятия рассматриваемого проекта. Этот показатель аддитивен во временном аспекте, т. е. NPV различных проектов можно суммировать. Это очень важное свойство, выделяющее этот критерий из всех остальных и позволяющее использовать его в качестве основного при анализе оптимальности инвестиционного портфеля. При помощи NPV-метода можно определить не только коммерческую эффективность проекта, но и рассчитать ряд дополнительных показателей.

## Заключение

В связи с практической неисчерпаемостью запасов и отсутствием загрязняющего окружающую среду дополнительного влияния, сравнительной экологической безвредностью, источники нетрадиционной перерабатываемой энергии являются приемлемыми для обеспечения электроэнергией населенных пунктов, сел, не имеющих доступа к электроэнергии и расположенных вдали от электростанций. На сегодняшний день, развитие и использование нетрадиционной энергетики сдерживается недостаточным уровнем промышленных методов.

В дипломном проекте рассмотрено электроснабжение населенного пункта «Кордай» при помощи источника нетрадиционной энергии.

Для достижения поставленных целей были выполнены следующие меры:

1. Расчет нагрузок: проведены расчеты по проведению линий дневным и вечерним нагрузкам.
2. Выполнен расчет по внешнему освещению.
3. Выполнены расчеты по электрическим нагрузкам и подобраны автоматические выключатели СИП-4 серии ВА на каждую линию.
4. Определен центр питания населенного пункта.
5. Выяснен годовой объем энергии и подобран ветряной агрегат ВЭУ-1.
6. Проведен расчет по количеству коров в населенном пункте и подобрана биогазовая электроустановка БГУ-100.

Рассмотрена возможность отсутствия энергии ветра в течение трех дней, подобрано хранилище объемом  $20000\text{м}^3$  для бесперебойного электроснабжения населенного пункта.

В экономическом разделе проведены расчеты, связанные с источниками питания, подобренными в качестве ветра и резерва. Рассмотрен расчет по защитной выключающей установке в разделе по обеспечению безопасности для жизнедеятельности.

## Список использованной литературы

- 1 И.А.Будзко, Т.Б.Лещинская, В.И.Сукманов. Электроснабжение сельского хозяйства.-М: Колос, 2000.- с. 536.
- 2 В.Т. Тайсаева, Л.Р. Мазаев «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Расчет энергетических показателей». – Улан-Удэ, БГСХА, 2002. – 107 с.
- 3 Фатеев Е.М., Ветро двигатели и ветроустановки, - Москва, 1948
- 4 Хакимжанов Т.Е. ОХРАНА ТРУДА, учебное пособие для студентов вуза. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – с. 240.
- 5 "Неисчерпаемая энергия. Книга 1 Ветроэлектрогенераторы", В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев, Харьков "ХАИ", 2003 г.
- 6 "Неисчерпаемая энергия. Книга 2 Ветроэнергетика", В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев, Харьков "ХАИ" 2004г.
- 7 Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах.-Алматы-2003.-28 с.
- 8 Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса: Учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2003. – 384 с.
- 9 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 824 с., ил.
- 10 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 11 Биогаз. Теория и практика. Баадер Б., Доне Е., Бренндерфер М., - М., «Колос», 1982 г.
- 12 Нормы пожарной безопасности. 88-2001.
- 13 Правила устройства электроустановок РК, 2008.
- 14 Биогазовые установки. Практическое пособие. Барбара Эдер, Хайнц Шульц, 2008
- 15 Биомасса как источник энергии. Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. 1985 г.
- 16 Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах.-Алматы-2003.-28 с.
- 17 Нормы пожарной безопасности. 88-2001.
- 18 Рузняев Е.С., Скляр Н.Е., Волков В.В. Электробезопасность./ Учебное пособие для студентов по курсу “электробезопасность” / Пенза: Издательство Пензенского государственного университета, 2004, 215 с.
- 19 Нормы пожарной безопасности. 88-2001.
- 20 В.Т. Тайсаева, Л.Р. Мазаев «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Расчет энергетических показателей». – Улан-Удэ, БГСХА, 2002. – 107 с.

- 21 Дуйсебаев М.К., Хакимжанов Т.Е. Основы безопасности жизнедеятельности человека. Конспект лекций для студентов института всех специальностей. Алматы: АЭиБИ, 2002 г. – с. 57.
- 22 [www.electro-mpo.ru/catalog-cgroupe671](http://www.electro-mpo.ru/catalog-cgroupe671)
- 23 [forca.ru/spravka/spravka/tehnicheskie-harakteristiki-sip-4-sipn-4-sips-4-proizvodstva-oao-sevkabel](http://forca.ru/spravka/spravka/tehnicheskie-harakteristiki-sip-4-sipn-4-sips-4-proizvodstva-oao-sevkabel).
- 24 [www.avtomats.com.ua/1675avtomaticheskij\\_vykljuchatel\\_va\\_04\\_36\\_125a-160a](http://www.avtomats.com.ua/1675avtomaticheskij_vykljuchatel_va_04_36_125a-160a).
- 25 [www.breezex.ru/issue\\_id=3&id=10](http://www.breezex.ru/issue_id=3&id=10).
- 26 [newwindltd.ru/index/investicionnyj\\_proekt\\_vetro\\_ehlektricheskie\\_ustanovki\\_bolshoj\\_moshhnosti/0-8](http://newwindltd.ru/index/investicionnyj_proekt_vetro_ehlektricheskie_ustanovki_bolshoj_moshhnosti/0-8)
- 27 [www.kz.schneider-electric.com/sites/kazakhstan/ru/products-services](http://www.kz.schneider-electric.com/sites/kazakhstan/ru/products-services)
- 28 [www.oil-gas.ru/companies/90/serv\\_prod/p850](http://www.oil-gas.ru/companies/90/serv_prod/p850)
- 29 [www.ups-online.ru/dcac/invertor-220/dc-ac-invertor-220-220-acr-inv222-preobrazovatel-postoyannogo-napryazheniya-220v-v-peremennoe-220v](http://www.ups-online.ru/dcac/invertor-220/dc-ac-invertor-220-220-acr-inv222-preobrazovatel-postoyannogo-napryazheniya-220v-v-peremennoe-220v).
- 30 [www.ups-online.ru/acdc/rectifier-220/ac-dc-vipryamitel-380-220-psr380-220-37-istochnik-postoyannogo-toka-napryazheniem-220.html](http://www.ups-online.ru/acdc/rectifier-220/ac-dc-vipryamitel-380-220-psr380-220-37-istochnik-postoyannogo-toka-napryazheniem-220.html)
- 31 [www.teplosoyuz.com/ru/products/biogas/Specifications.html](http://www.teplosoyuz.com/ru/products/biogas/Specifications.html)

## Приложение А

### Определение координат населенного пункта

№	Название	Расчетная максимальная нагрузка		Координаты нахождения пользователей	
		$P_{\text{день}}$ , кВт	$P_{\text{ночь}}$ , кВт	$X_i$ , м	$Y_i$ , м
1	2	3	4	5	6
1	Баня	8	8	30	277,5
2	дом - 1	2,8	4	83	277,5
3	дом - 2	2,8	4	95	277,5
4	дом - 3	2,8	4	107	277,5
5	дом - 4	2,8	4	119	277,5
6	дом - 5	2,8	4	11	252,5
7	дом - 6	2,8	4	23	252,5
8	дом - 7	2,8	4	35	252,5
9	дом - 8	2,8	4	47	252,5
10	дом - 9	2,8	4	59	252,5
11	дом - 10	2,8	4	71	252,5
12	дом - 11	2,8	4	83	252,5
13	дом - 12	2,8	4	95	252,5
14	дом - 13	2,8	4	107	252,5
15	дом - 14	2,8	4	11	237,5
16	дом - 15	2,8	4	23	237,5
17	дом - 16	2,8	4	35	237,5
18	дом - 17	2,8	4	47	237,5
19	дом - 18	2,8	4	59	237,5
20	дом - 19	2,8	4	71	237,5
21	дом - 20	2,8	4	83	237,5
22	дом - 21	2,8	4	95	237,5
23	дом - 22	2,8	4	107	237,5
24	Магазин	2	4	118	245
25	дом - 23	2,8	4	11	212,5
26	дом - 24	2,8	4	23	212,5
27	дом - 25	2,8	4	35	212,5
28	дом - 26	2,8	4	47	212,5
29	дом - 27	2,8	4	59	212,5
30	дом - 28	2,8	4	71	212,5
31	дом - 29	2,8	4	83	212,5
32	дом - 30	2,8	4	95	212,5
33	дом - 31	2,8	4	107	212,5
34	дом - 32	2,8	4	119	212,5



продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
35	дом – 33	2,8	4	11	197,5
36	дом – 34	2,8	4	23	197,5
37	дом - 35	2,8	4	35	197,5
38	дом – 36	2,8	4	47	197,5
39	дом – 37	2,8	4	59	197,5
40	дом – 38	2,8	4	71	197,5
41	дом – 39	2,8	4	83	197,5
42	дом – 40	2,8	4	95	197,5
43	дом - 41	2,8	4	107	197,5
44	дом – 42	2,8	4	119	197,5
45	дом – 43	2,8	4	11	172,5
46	дом – 44	2,8	4	23	172,5
47	дом – 45	2,8	4	35	172,5
48	дом – 46	2,8	4	47	172,5
49	дом – 47	2,8	4	59	172,5
50	дом – 48	2,8	4	71	172,5
51	дом – 49	2,8	4	83	172,5
52	дом – 50	2,8	4	95	172,5
53	дом – 51	2,8	4	107	172,5
54	дом – 52	2,8	4	119	172,5
55	дом – 53	2,8	4	11	157,5
56	дом – 54	2,8	4	23	157,5
57	дом – 55	2,8	4	35	157,5
58	дом – 56	2,8	4	47	157,5
59	дом – 57	2,8	4	59	157,5
60	дом – 58	2,8	4	71	157,5
61	дом – 59	2,8	4	83	157,5
62	дом – 60	2,8	4	95	157,5
63	дом - 61	2,8	4	107	157,5
64	дом – 62	2,8	4	119	157,5
65	дом – 63	2,8	4	11	132,5
66	дом – 64	2,8	4	23	132,5
67	дом - 65	2,8	4	35	132,5
68	дом – 66	2,8	4	47	132,5
69	дом – 67	2,8	4	59	132,5
70	дом – 68	2,8	4	71	132,5
71	дом – 69	2,8	4	83	132,5
72	дом – 70	2,8	4	95	132,5
73	дом - 71	2,8	4	107	132,5
74	дом – 72	2,8	4	119	132,5

продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
75	дом – 73	2,8	4	11	117,5
76	дом – 74	2,8	4	23	117,5
77	дом – 75	2,8	4	35	117,5
78	дом – 76	2,8	4	47	117,5
79	дом – 77	2,8	4	59	117,5
80	дом – 78	2,8	4	71	117,5
81	дом – 79	2,8	4	83	117,5
82	дом – 80	2,8	4	95	117,5
83	дом – 81	2,8	4	107	117,5
84	дом - 82	2,8	4	119	117,5
85	Дом культуры	5	14	170	280
86	Детсад	12	8	170	245
87	Школа	14	20	170	185
88	Акимат	7	3	170	125
89	дом – 83	3,28	1,4	221	252,5
90	дом – 84	3,28	1,4	233	252,5
91	дом – 85	3,28	1,4	245	252,5
92	дом – 86	3,28	1,4	257	252,5
93	дом – 87	3,28	1,4	269	252,5
94	дом – 88	3,28	1,4	281	252,5
95	дом – 89	3,28	1,4	293	252,5
96	дом – 90	3,28	1,4	305	252,5
97	дом - 91	3,28	1,4	317	252,5
98	дом – 92	3,28	1,4	329	252,5
99	дом – 93	3,28	1,4	221	237,5
100	дом – 94	3,28	1,4	233	237,5
101	дом – 95	3,28	1,4	245	237,5
102	дом – 96	3,28	1,4	257	237,5
103	дом – 97	3,28	1,4	269	237,5
104	дом – 98	3,28	1,4	281	237,5
105	дом – 99	3,28	1,4	293	237,5
106	дом – 100	3,28	1,4	305	237,5
107	дом – 101	3,28	1,4	317	237,5
108	дом – 102	3,28	1,4	329	237,5
109	дом – 103	3,28	1,4	221	212,5
110	дом – 104	3,28	1,4	233	212,5
111	дом – 105	3,28	1,4	245	212,5
112	дом – 106	3,28	1,4	257	212,5
113	дом – 107	3,28	1,4	269	212,5
114	дом – 108	3,28	1,4	281	212,5
115	дом – 109	3,28	1,4	293	212,5

продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
116	дом – 110	3,28	1,4	305	212,5
117	дом – 111	3,28	1,4	317	212,5
118	дом – 112	3,28	1,4	329	212,5
119	дом – 113	3,28	1,4	221	197,5
120	дом – 114	3,28	1,4	233	197,5
121	дом – 115	3,28	1,4	245	197,5
122	дом – 116	3,28	1,4	257	197,5
123	дом – 117	3,28	1,4	269	197,5
124	дом – 118	3,28	1,4	281	197,5
125	дом – 119	3,28	1,4	293	197,5
126	дом – 120	3,28	1,4	305	197,5
127	дом – 121	3,28	1,4	317	197,5
128	дом – 122	3,28	1,4	329	197,5
129	дом – 123	3,28	1,4	221	172,5
130	дом – 124	3,28	1,4	233	172,5
131	дом – 125	3,28	1,4	245	172,5
132	дом – 126	3,28	1,4	257	172,5
133	дом – 127	3,28	1,4	269	172,5
134	дом – 128	3,28	1,4	281	172,5
135	дом – 129	3,28	1,4	293	172,5
136	дом – 130	3,28	1,4	305	172,5
137	Баня	8	8	323	172,5
138	дом – 131	3,28	1,4	221	157,5
139	дом – 132	3,28	1,4	233	157,5
140	дом – 133	3,28	1,4	245	157,5
141	дом – 134	3,28	1,4	257	157,5
142	дом – 135	3,28	1,4	269	157,5
143	дом – 136	3,28	1,4	281	157,5
144	дом – 137	3,28	1,4	293	157,5
145	дом – 138	3,28	1,4	305	157,5
146	дом – 139	3,28	1,4	317	157,5
147	дом – 140	3,28	1,4	329	157,5
148	Магазин	2	4	221	125
149	дом – 141	3,28	1,4	233	132,5
150	дом – 142	3,28	1,4	245	132,5
151	дом – 143	3,28	1,4	257	132,5
152	дом – 144	3,28	1,4	269	132,5
153	дом – 145	3,28	1,4	281	132,5
154	дом – 146	3,28	1,4	293	132,5
155	дом – 147	3,28	1,4	305	132,5
156	дом – 148	3,28	1,4	317	132,5

*продолжение приложения А*

1	2	3	4	5	6
157	дом – 149	3,28	1,4	329	132,5
158	дом – 150	3,28	1,4	233	117,5
159	дом – 151	3,28	1,4	245	117,5
160	дом – 152	3,28	1,4	257	117,5
161	дом – 153	3,28	1,4	269	117,5
162	дом – 154	3,28	1,4	281	117,5
163	дом – 155	3,28	1,4	293	117,5
164	дом – 156	3,28	1,4	305	117,5
165	дом – 157	3,28	1,4	317	117,5
166	дом – 158	3,28	1,4	329	117,5
167	дом – 159	3,28	1,4	317	92,5
168	дом - 160	3,28	1,4	329	92,5
169	Столовая	20	10	225	90
170	Больница	15	30	275	90

## Приложение Б Использование компьютерной техники

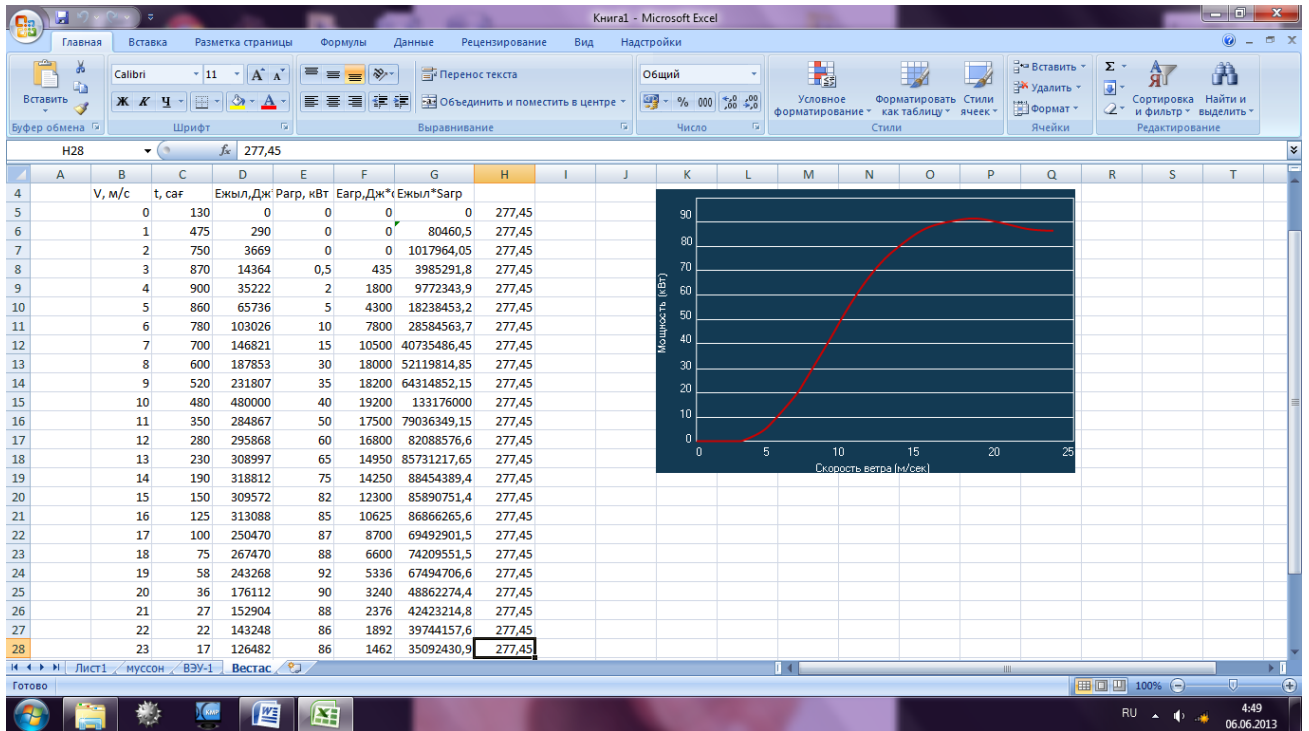


Рисунок Б – Расчет ветрового агрегата