

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 РАБОТА

На тему: Электроснабжение предприятия на примере погранзаставы «Дружба» с помощью комплекса ВРТБ (ветровая роторная турбина Болотова).

Специальность 5B071800 – Электроэнергетика

Выполнил (а) Каримов М.С. ВИЭ-10-2
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Болотов А.В., д.т.н., профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части: Валиева Л.Ш., к.э.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Л.Ш. Валиева « 28 » мая 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: Санатова Т.С., к.т.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Т.С. Санатова « 29 » мая 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники: Болотов А.В., д.т.н., профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
А.В. Болотов « 30 » мая 2014 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Мустагулова Б.Ж., ассистент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Б.Ж. Мустагулова « 27 » мая 2014 г.
(подпись)

Рецензент: Трофимов А.С., к.т.н.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
А.С. Трофимов « 28 » мая 2014 г.
(подпись)

Алматы 2014

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 дипломной работы

Студент Каримов Муслим Сабитович
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта: Электроснабжение предприятия на примере погранзаставы «Дружба» с помощью комплекса ВРТЬ (ветровая роторная турбина Болотова).

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: Погранзастава Достык – пограничный переход на казахстанско-китайской границе (45⁰ с.ш.). Суммарная потребляемая суточная мощность – 210,65 кВт. Максимальная потребляемая мощность объекта жилого помещения – 49,44 кВт (столовая). Среднегодовая скорость ветра – 7,8 м/с. Среднее значение солнечной радиации – 422 Вт/м². Характер местности – равнинный, преимущественно степи. Основное направление ветра – северо-восточное.

Перечень подлежащих разработке дипломной работы вопросов или краткое содержание дипломной работы: 1. Расчет и построение графиков нагрузок; 2. Разработка схемы электроснабжения исследуемого объекта (Генплан); 3. Анализ возобновляемых источников энергии (ветер, солнце); 4. Анализ ветроустановок и солнечных панелей; 5. Сравнительный анализ автономных схем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии, и схема электроснабжения от энергосистемы; 6. Разработка мероприятий по охране труда; 7. Экономическая эффективность использования схем электроснабжения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Условный генплан погранзаставы; Принципиальная схема электроснабжения КТПС -250; Принципиальная схема электроснабжения ВРТЬ; Графики нагрузки; Ветровой атлас Казахстана; Карта повторяемости направления ветра; Расчет ветропотенциала, Расчет солнечной активности.

Рекомендуемая основная литература:

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии: Учебное пособие А.В. Болотов АУЭС. Алматы, 2011.-79с;

2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 05071800 – Электроэнергетика А.В. Болотов, К.А. Бакенов, Алматы: АИЭС, 2007. – 40 с;

3. И.А. Будзко, В.Ю. Гессен, М.С. Левин Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. – М.: «Колос», 2007.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Основной	Болотов А.В.	09.10.2013	<i>А.В. Болотов</i>
Безопасность жизнедеятельности	Санатова Т.С.	1.09.14-30.05.14	<i>Т.С. Санатова</i>
Экономический	Валиева Л.Ш.	26.03-28.05.14	<i>Л.Ш. Валиева</i>

Аннотация

В данной дипломной работе исследована погранзастава «Достык». В ходе исследования было проведено сравнительное сопоставление электроснабжения предприятия от ЛЭП 35кВт и с помощью ВРТЬ Болотова с точки зрения экономической целесообразности их применения.

Структура работы представлена введением, тремя главами, четырьмя параграфами, заключением, списком литературы и приложениями.

Annotation

In this graduation dissertation, the frontier post named "Dostyk" is being investigated. During the investigation process, a comparison between the electric power supply of the enterprise from 35kW power transition lines and that of using wind turbine rotor of Bolotov from the perspective of economic feasibility of their application was conducted.

The structure of the dissertation includes three chapters, four paragraphs, conclusion, list of references, and applications.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста «Достык» шекара бекетіне зерттеу жүргізілді. Зерттеу барасында кәсіпорынның экономикалық мақсатқа сай қолданылу тұрғысынан электр тоғын беруші желіден және желдік роторлық Болотов шығырының көмегімен электр қамдауына салыстыру жүргізілді.

Жұмыстың құрылымы кіріспеден, үш бөлімнен, төрт параграфтан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Содержание

	Введение	7
1	Нагрузки потребителей	13
	1.1 Исходные данные	13
	1.2 Построение графиков нагрузок	15
	1.3 Нагрузки электрических сетей	18
	1.4 Расчет потребляемой мощности энергии с учетом коэффициента одновременности	19
	1.5 Расчет освещения	23
	1.6 Выбор системы освещения	24
	1.7 Расчет и построение картограммы	39
	1.8 Выбор схемы электроснабжения погранзаставы	42
2	Вариант питания от ВРТБ	48
	2.1 Расчетная часть выбора ВРТБ	55
	2.2 Проблема бесперебойного обеспечения потребителя энергией от ВИЭ	61
	2.3 Аккумуляторы	62
	2.4 Инвертор	64
3	Определение экономической эффективности электроснабжения погранзаставы	66
	3.1 Цели разработки проекта	66
	3.2 Расчет приведенных затрат по первому варианту	66
	3.3 Определение ежегодных издержек по подстанции КТПС-250 и ЛЭП 35 кВ	68
	3.4 Расчет приведенных затрат по второму варианту	70
	3.5 Определение ежегодных издержек ВРТБ-250 и кабельной линии 0,4 кВ	71
4	Безопасность жизнедеятельности	73
	4.1 Разработка генплана предприятия с учетом санитарных и экологических требований	73
	4.2 Расчет зануления электроустановки	77
	4.3 Наружное освещение площадки	80
	Заключение	83
	Список использованной литературы	84
	Приложение А Ветровой атлас Казахстана	
	Приложение Б Карта повторяемости направления ветра	
	Приложение В Условный генплан погранзаставы	
	Приложение Г Однолинейная схема КТПС-250	
	Приложение Е Однолинейная схема ВРТБ	
	Приложение Ж Графики нагрузки	

Введение

Ветер - источник энергии, который является возобновляемым, так как энергия ветра происходит от солнечной энергии. Энергия ветра появляется из-за того, что у земной поверхности неравномерно повышается температура, около двух процентов солнечной энергии превращается в энергию ветра, что раз в сто больше количества энергии биомассы, полученной из всех растений Земли. Ветром, источником энергии, люди пользуются уже не одно тысячелетие. Энергия ветра заставляла двигаться суда, приводила в работу мельницы и всевозможные технические приспособления.

Энергия ветра пропорциональна его скорости в третьей степени, а возможность ее эффективного использования ветроэнергетическими агрегатами зависит от непрерывных изменений скорости и направления.

Основная тенденция мирового энергетического рынка заключается в росте спроса на электрическую энергию. За период 2006 - 2030 г. г. согласно прогнозам Энергетического информационного агентства США количество потребляемой энергии возрастет на 44 %. По оценкам экспертов, Европе с ее устаревающими генерирующими мощностями ежегодно вплоть до 2020 года потребуются вводить в эксплуатацию примерно 25 ГВт дополнительной мощности. Спрос на электрическую энергию в Африке, Китае и Индии будет повышаться по мере электрификации сельских районов. Способствуя расширению сегмента электромобилей и гибридных автомобилей, кондиционирование в становящихся более жаркими весенне-летние периоды развитые страны также будут вносить существенный вклад в увеличение мирового спроса на электрическую энергию.

К 2020 году уровень электрификации в мире достигнет 80 % .

Благодаря повсеместному повышению доступности сжиженного природного газа наступает новая эра в сегменте применения природного газа. В 2009 году США уже обогнали Россию в качестве крупнейшего в мире производителя газа за счет роста добычи сланцевого газа и газа угольных пластов. Поиск нетрадиционных источников газа ведется на территории Китая и Европы и, в то же время, внимательному анализу подлежат и сами процедуры добычи газа.

Правительства разных стран мира уже обнародовали меры, направленные на развитие возобновляемой энергетики. Евросоюз планирует, что в 2020 году на долю возобновляемых источников энергии будет приходиться 20 % всех объемов генерации; целью США является 10 - 20 % производства с использованием возобновляемых источников энергии, тогда как Китай рассчитывает в 2020 году получать за счет возобновляемых источников 100 ГВт генерирующих мощностей.

Эти усилия в сочетании с развитием технологий, в конце концов, приведут к достижению « сетевого паритета ». Под ним понимается такой момент, когда стоимость производства электрической энергии на основе

органического топлива равна или уступает стоимости производства электрической энергии из возобновляемых источников. Вероятнее всего, это явление впервые появится в тех странах, значительная доля энергобаланса которых приходится на возобновляемые источники энергии.

В настоящее время использование органического топлива составляет основу мировой энергетики. По данным международного энергетического агентства (МЭА) за 2003 г. мировое производство электрической энергии составило 16 691 ТВт*ч. Доля электрической энергии, произведенной с использованием органического топлива, составила около 66,4 %, доля крупных гидроэлектрических станций - 15,9 %, атомная энергетика дала вклад в 15,8 %, а возобновляемые источники энергии – 1,9 %.

В Казахстане выработка электрической энергии в 2011 году составила 86,2 млрд. кВт*ч, в том числе:

- тепловыми станциями – 73,0 млрд. кВт*ч (84,69 %);
- гидроэлектростанциями – 7,8 млрд. кВт*ч (9,05 %);
- газотурбинными электростанциями – 5,2 млрд. кВт*ч (6,03 %).

Общая установленная мощность по Казахстану – 19 798,1 МВт.

Общая располагаемая мощность по Казахстану – 15 765,0 МВт.

Доля установленной мощности источников на угле – 74 %.

Доля установленной мощности источников на природном газе – 11 %.

Доля установленной мощности источников на жидком топливе – более 4 %.

Доля установленной мощности гидроэлектрических станций – 10 %.

Доля установленной мощности ВИЭ – менее 1 %.

Данные факторы приводят к необходимости увеличения доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе республики. Как показывают исследования международных энергетических агентств и институтов, доля возобновляемых источников энергии в мировом энергетическом балансе 2050 г. для удовлетворения возрастающего спроса на энергию и стабилизации содержания парниковых газов в атмосфере может составить порядка 18 % или даже выше. Развитыми странами принимаются программы по развитию возобновляемых источников энергии. Так, Европейским Союзом принято решение об увеличении доли производства электрической энергии к 2020 г. с использованием возобновляемых источников энергии до 20 % (без учета крупных гидроэлектрических станций).

Следует отметить, что темпы развития ветровой энергетики далеко не соответствуют возможностям, достигнутым в области современного машиностроения, и, самое главное, далеки от удовлетворения запросов потребителей. Это обусловлено несколькими причинами. На первое место среди причин технического характера можно поставить общий недостаток всех ветровых установок:

- низкая плотность (в 800 раз меньшая, чем у воды) кинетической

энергии потоков атмосферного воздуха, приходящейся на единицу объема рабочего тела.

Построение единичных ветровых агрегатов большой мощности представляет собой сложную инженерную задачу. Более того, стоимость 1 кВт*ч энергии, производимого ветровым двигателем, существенно выше стоимости энергии, получаемой за счет сжигания дешевого бурого угля, жидкого топлива и энергии атомных электростанций.

Следующим отрицательным фактором в системе использования ветровой энергии является неравномерность ее поступления, обусловленная наличием периодов затишья. Есть и другие моменты негативного характера. Вместе с тем, применение энергии ветра имеет много преимуществ. Прежде всего, потенциальные запасы ветровой энергии несоизмеримы и теоретически превосходят суммарную мощность всех работающих электрических станций Казахстана в 377 раз.

Энергия ветра относится к числу возобновляемых. Источник данной энергии неисчерпаем до тех пор, пока существуют Земля, наклон оси вращения Земли к плоскости эклиптики в 23 градуса, солнечная радиация и земная атмосфера.

Важным достоинством ветровых агрегатов является то, что они относятся к числу наиболее чистых с экологической точки зрения источников энергии.

Современные ветровые двигатели довольно просты в обслуживании. Они могут быть установлены в любых отдаленных районах, куда трудно доставить топливо или другие источники энергии. Все перечисленные выше факторы могут стать решающими в определении перспектив малой энергетики будущего. Дальнейшее широкомасштабное использование ветровой энергетики невозможно без широкого развития научных исследований в данном направлении.

Специалисты подсчитали, что в течение первого десятилетия XXI века энергия ветра может обеспечить до 10 % потребностей Западной Европы в электрической энергии. Используя большие неосвоенные запасы энергии ветра на морском побережье, европейские страны могут увеличить мощность ветровых энергетических установок до 40 тыс. МВт в 2010 г. и до 100 тыс. МВт в 2020 г.

Если учесть, что суммарная мощность ВЭУ в Европе в 2000 г. составляла примерно 8 тыс. МВт, а в 2010 году - 190 тыс. МВт, то приведенные цифры свидетельствуют о беспрецедентных темпах развития этого сектора энергетики.

Новым толчком к развитию ветровой энергетики явилось подписание Киотского протокола, по которому все западноевропейские страны должны снизить выбросы CO₂ в атмосферу.

Значительных успехов в Западной Европе в области использования ветровой энергетики добились Дания, Германия, Испания, Великобритания.

Подсчитано, что в Дании при среднегодовой скорости ветра чуть более 5 м/с (т. е. удельной плотности ветровой энергии 107 Вт/м^2) удельная годовая производительность ВЭУ достигает 937 кВт*ч/м^2 ометаемой лопастями ВЭУ поверхности.

Казахстан обладает ветровым потенциалом с гораздо большей удельной плотностью ветровой энергии, для различных регионов колеблющейся от 500 до $1\,200 \text{ Вт/м}^2$ (Приложение А). В настоящее время в структуре потребления первичных энергоресурсов заметная величина (7 %) приходится на нетрадиционные источники энергии, к которым относится и ветровая энергетика. Общее число ВЭУ в Дании насчитывает 3 300 агрегатов. Здесь построена первая ветровая электрическая станция “морского базирования”, состоящая из 11 ВЭУ мощностью по 450 кВт каждая. В 2003 г. вблизи побережья Северного моря был установлен этот парк. Далее последовали морские ВЭС общей мощностью 160 МВт и 180 ВЭУ с использованием 2 МВт ветровых турбин.

Дания является важнейшим экспортером оборудования для ветровых электрических станций. Поставки ВЭУ осуществляются в США (штат Калифорния), Индию, некоторые страны Европы.

В Дании разработаны и предлагаются к продаже блочные ветродизельные установки с контрольно-регулирующим блоком и дизелем малой мощности для резервирования электроснабжения и надежного регулирования генерируемого напряжения. Такие установки обеспечивают работу одиночной ВЭУ мощностью от 100 кВт и группы ВЭУ мощностью до 7 МВт, которые работают в изолированных сетях или в сетях с малой пропускной способностью.

Успешно развивается ветровая энергетика и в других европейских странах. Испанская компания ENN (наиболее крупная в мире группа в области возобновляемых источников энергии) в 1999 г. ввела в эксплуатацию несколько мощных ВЭУ. В двух испанских провинциях – Наварра и Альбасете – на ветровых электрических станциях производится 22 % потребляемой электрической энергии.

В Швеции ВЭС общей мощностью 500 кВт размещены в море, вблизи острова Готланд. Проектируются и более мощные системы ВЭС – на 48 и 750 МВт. Великобритания к наземным ВЭУ общей мощностью 353 МВт добавила в 2001 г. первую ВЭС морского базирования.

В Японии до последнего времени ветровая энергетика была развита слабо. Первые ВЭС были введены в эксплуатацию только в середине 1970 -ых годов. В конце 1990 -ых годов установленная мощность ВЭС составляла 30 МВт, а единичная мощность ВЭУ не превышала 3,5 МВт. Между тем использование ВЭС было признано целесообразным для электроснабжения островов, а также небольших, удаленных от опорных точек электрической сети, потребителей. Специалисты подсчитали, что увеличение единичной

мощности ВЭУ позволит снизить стоимость производимой электрической энергии.

Самая крупная в Японии ВЭС – ветровой парк, расположенный в северной части острова Хонсю. Здесь действуют 11 ВЭУ общей мощностью 3 375 кВт. Недавно на острове Хоккайдо началось сооружение ветряной фермы из 30 генераторов мощностью по 1 МВт. Стоимость проекта составляет 47,2 млн. долларов США.

Рост экономики Казахстана предполагает возрастание электропотребления. Для стимулирования строительства возобновляемых источников энергии в 2009 году принят закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».

Если наладить производство энергии на основе возобновляемых источников, Казахстан сэкономит десятки тысяч тонн условного топлива, которые можно экспортировать, и при этом радикально сократит выбросы углекислого газа в атмосферу.

Широкомасштабное строительство малых и мини-ВЭС позволит снизить себестоимость электрической энергии за счет производства собственных ветровых турбин и электрооборудования с максимальным казахстанским содержанием.

Потенциальными потребителями результатов проекта будут проектные организации, которые готовят технические условия для строительства малых и мини-ВЭС в областях Казахстана, фермерские хозяйства, представители малого и среднего бизнеса.

По мощности ветровые установки делятся на группы:

1. малой мощности – до 100 кВт;
2. средней – от 100 до 500 кВт;
3. большой (мегаваттного класса) – 1,0 - 7 МВт и более.

Часто речь идет о малой ветровой энергетике, назначение которой состоит в обеспечении эргономичных условий труда и комфортных условий для быта населения, а именно: водоподъема для сельскохозяйственных целей водопоя скота и орошения земельных участков; получение тепла; выработка электрической энергии для питания отдельных потребителей в неэлектрифицированных районах и т. п. Во многих странах налажено серийное производство ветровых установок малой мощности.

Малая ветровая энергетика для своего использования не требует больших территорий, ее можно развивать везде, где имеются для этого соответствующие условия. Они должны определяться на основе уточненного ветрового атласа для целей использования малой ветровой энергетике.

Цель выполнения данного дипломного проекта - формирование у будущего инженера-электрика системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач, связанных с анализом электроснабжения предприятий как с помощью возобновляемых источников энергии, так и возможного питания от ЛЭП.

При выполнении дипломного проекта рассматривается погранзастава Достык. Пограничный переход на казахстанско-китайской границе. Личный состав – 150 человек. Состав заставы: 4 стрелковые отделения, отделение сигнализации и связи, отделение службы собак, отделение управления, техническое отделение, прожекторное отделение, опорный пункт, казарма на 80 коек, медпункт, спортзал, стрельбище, комплекс складов, дом офицеров, стиральное помещение, дом отдыха, столовая.

В работе представлен анализ ветроустановок с горизонтальным и вертикальным расположением лопастей. При этом сделан подробный разбор вертикально-осевых установок, а также большое внимание уделено казахстанским разработкам, в частности вертикально-осевая роторная турбина Болотова (ВРТБ), отличающаяся рядом преимуществ:

- отсутствие зависимости работы турбины от направления ветра;
- использование энергии малых и высоких скоростей ветра, порывов и пульсаций любого направления;
- направляющий аппарат, обеспечивает концентрацию энергии ветра на лопатках ротора турбины;
- диаметр, высота и количество модулей турбины подбираются для получения требуемой мощности и электроэнергии в соответствии со свойствами ветра в месте её размещения;
- роторы турбины, расположенные в разных по скорости и направлению зонах воздушного потока могут иметь независимое вращение ротора и статора генератора в противоположных направлениях, что обеспечивает высокий коэффициент использования энергии ветра;
- оригинальные электрогенераторы с возможностью одновременного встречного вращения ротора и статора обеспечивают выход на номинальное напряжение сети при низких скоростях ветра;
- визуально спокойный и безопасный источник электроэнергии, отсутствие наружных вращающихся частей, шума, раздражающего зрительного воздействия, помех средствам связи;
- возможность плотного размещения на территории в любом пространственном положении, эффективное использование площади и энергии «месторождений ветровой энергии»;
- широко распространенные конструкционные материалы, простая технология изготовления, сборки и установки.

1 Нагрузки потребителей

Для проектирования электрических линий, подстанций и станций необходимо знать нагрузки отдельных электроприемников и их групп.

Электрическая нагрузка – величина непрерывно изменяющаяся: одни потребители включаются, другие отключаются. Мощность, потребляемая включенными электроприемниками, например электродвигателями, также изменяется с изменением загрузки приводимых в действие рабочих машин. Кроме того, с течением времени общая нагрузка непрерывно увеличивается, так как растет степень электрификации и быта сельского населения.

Все эти изменения носят случайный характер, однако они подчиняются вероятностным законам, которые могут быть установлены с тем большей точностью, чем больше опытных данных было использовано при их составлении.

В данной курсовой работе эта задача сводится в первую очередь к определению расчетных нагрузок, то есть наибольших значений полной мощности на вводе к потребителю или в электрической сети за промежуток времени 0,5 ч в конце расчетного периода. Различают дневной (P_d) и вечерний (P_v) максимумы нагрузок потребителя или группы потребителей.

1.1 Исходные данные

1) КПП:

- камеры видеонаблюдения – 0,03 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- освещение – 0,036 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 2,86 кВт.

2) Смотровая площадка:

- освещение территории – 0,6 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 0,6 кВт.

3) Спортивная площадка:

- суммарная потребляемая мощность – 0 кВт.

4) Казарма, медпункт:

- телевизор – 150 Вт;
- чайник – 1 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- микроволновая печь – 0,745 кВт;
- утюг – 1кВт;
- компьютер – 0,4 кВт;
- радиотехническое оборудование – 5 Вт;
- принтер – 50 Вт;
- кондиционер – 0,5·6 кВт;
- освещение – 11 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 19 кВт.

5) Актовый зал:

- компьютер – 0,4 кВт;
- кондиционер – 0,5 кВт;
- телевизор – 0,18 кВт;
- музыкальный центр – 0,25 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- специализированное оборудование – 6,47;
- освещение – 4,4 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 15 кВт.

6) Столовая:

- холодильник – 6 кВт·2;
- микроволновая печь – 1,5 кВт;
- духовка – 2,6 кВт;
- электроплита – 8 кВт·2;
- бойлер(50-150 л) – 6 кВт;
- вытяжка кухонная – 0,14 кВт;
- кондиционер – 0,5 кВт·4;
- электрополотенце – 2,1 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- освещение – 4,3 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 49,44 кВт.

7) Гараж со складом ГСМ:

- дрель – 1,64 кВт;
- болгарка – 1,2 кВт;
- сварочный аппарат – 2,5 кВт;
- точило – 1,5 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;

- освещение – 0,2 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 9,84 кВт.

8) Складское помещение:

- освещение – 0,08 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 0,08 кВт.

9) Дом офицеров:

- телевизор – 0,18 кВт·7;
- уют – 1 кВт·6;
- электрическая плита – 3,5 кВт·5;
- чайник – 2,2 кВт·5;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- освещение – 4,28 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 42,84 кВт.

10) Отделение сигнализации:

- компьютер – 1 кВт·4;
- чайник – 2,2 кВт·2;
- кондиционер – 2,5 кВт·2;
- принтер – 0,1 кВт·3;
- телевизор – 0,18 кВт·4;
- микроволновая печь – 2 кВт;
- холодильник – 0,5 кВт;
- специализированное оборудование – 10 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- освещение – 1,2 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 30,92 кВт.

11) Кинологическое отделение:

- розеточная сеть – 2,638 кВт;
- освещение – 0,072 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 2,71 кВт.

12) Прачечная:

- гладильная установка – 3,3 кВт;
- стиральная машина – 3,3 кВт·3;
- сушильная машина – 3,44 кВт;
- розеточная сеть – 2,8 кВт;
- освещение – 0,56 кВт;
- суммарная потребляемая мощность – 20 кВт.

13,14,15,16,17) Наблюдательный пост:

- освещение – 0,2 кВт;

- суммарная потребляемая мощность – 0,2 кВт.

18) Котельная:

- розеточная сеть – 2,6 кВт;

- специализированное оборудование – 0,256 кВт;

- освещение – 0,144 кВт;

- суммарная потребляемая мощность – 3 кВт.

19) Освещение территории – 14,16 кВт.

Суммарная максимальная потребляемая мощность – 210,65 кВт.

1.2 Построение графиков нагрузок

Графиком нагрузки называется зависимость активной (P) или полной (S) мощности нагрузки от времени. Графики нагрузки могут быть суточными и годовыми.

В большинстве случаев суточные графики нагрузки отличаются друг от друга в разные периоды года. Особенно значительно изменяется в средних и северных широтах осветительная нагрузка вследствие изменения продолжительности светового дня (таблица 1.1). При расчетах обычно ограничиваются двумя характерными суточными графиками для зимнего и для летнего дня.

В данной работе мы ограничимся расчетом и построением летнего суточного графика нагрузок (рисунок 1.1) – наиболее безветренный период года. С учетом этих данных сможем рассчитать электроснабжение погранзаставы с помощью ВРТБ и дизельной станции.

Годовой график – это изменение по месяцам года максимальной получасовой нагрузки. Он характеризует колебания расчетной мощности объекта в течение года (таблица 1.2).

Для практических целей удобен годовой график нагрузки по продолжительности (рисунок 1.2). На этом графике по оси абсцисс откладывается время, а по оси ординат – минимальная нагрузка, которая соответствует этому времени. Годовой график по продолжительности составляют на основе суточных графиков за все дни года.

Определим время действия нагрузок. Если предположить, что потребители в среднем в течение года работают 200 дней по зимнему графику и 165 дней по летнему, то время действия нагрузок P_1, P_2, \dots, P_n и больших их в течение года определится как:

$$t_1 = 200t_{1\text{зим}} + 165t_{1\text{л}}; \quad (1.1)$$

$$t_2 = 200t_{2\text{ЗИМ}} + 165t_{2\text{Л}};$$

.....

$$t_n = 200t_{n\text{ЗИМ}} + 165_{\text{пл.}}$$

$$t_1 = 200 \cdot 12 + 165 \cdot 8 = 3720 \text{ ч};$$

$$t_2 = 200 \cdot 4 + 165 \cdot 3 = 1295 \text{ ч};$$

$$t_3 = 0;$$

$$t_4 = 200 \cdot 8 + 165 \cdot 6 = 2590 \text{ ч};$$

$$t_5 = 200 \cdot 4 + 165 \cdot 2 = 1130 \text{ ч};$$

$$t_6 = 200 \cdot 10 + 165 \cdot 10 = 3650 \text{ ч};$$

$$t_7 = 200 \cdot 4,92 + 165 \cdot 1,64 = 1255 \text{ ч};$$

$$t_8 = 200 \cdot 2 + 165 \cdot 1 = 565 \text{ ч};$$

$$t_9 = 200 \cdot 10 + 165 \cdot 8 = 3320 \text{ ч};$$

$$t_{10} = 200 \cdot 24 + 165 \cdot 24 = 8760 \text{ ч};$$

$$t_{11} = 200 \cdot 4 + 165 \cdot 2 = 1130 \text{ ч};$$

$$t_{12} = 200 \cdot 6 + 165 \cdot 4 = 1760 \text{ ч};$$

$$t_{(13,14,15,16,17)} = 200 \cdot 12 + 165 \cdot 8 = 3720 \text{ ч};$$

$$t_{18} = 200 \cdot 8 + 165 \cdot 6 = 2590 \text{ ч};$$

$$t_{19} = 3100 \text{ ч},$$

где t_{19} - годовое число часов использования максимальной мощности для уличного освещения при горении фонарей всю ночь.

Откладываем соответствующие точки в системе координат P , t и соединяем их, получаем годовой график по продолжительности (рисунок 1.2). На этом графике $P_{\text{ср}}$ – средняя годовая мощность, которая равна количеству энергии A , переданной за год (то есть площади годового графика по продолжительности), деленной на полное число часов в году – 8760.

Имея графики нагрузки объекта, можно определить все величины, необходимые для проектирования системы электроснабжения.

Таблица 1.1 – Суточные данные

№ помещения	$P, \text{кВт}$	$t, \text{ч}$
1	2,01	8
2	0,6	3
4	15,22	6
5	11,44	2
6	44	10

7	5,77	3
8	0,016	3
9	27,82	10
10	30	24
11	0,79	4
12	19,92	4

Продолжение таблицы 1.1

13,14,15,16,17	1,25	8
18	3	12
19	12,04	8

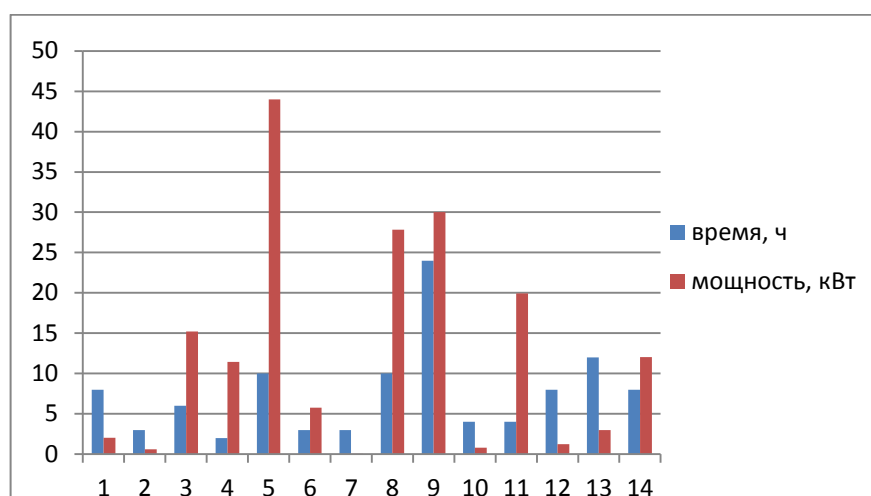


Рисунок 1.1 - Суточный график по продолжительности

Таблица 1.2 – Годовые данные нагрузки

№ помещения	P, кВт	t, ч
1	443,3	3720
2	32,38	1295
4	2050,42	2590
5	706,25	1130
6	7519	3650
7	514,55	1255
8	1,88	565
9	5862,57	3320
10	11285,8	8760
11	127,6	1130

12	1466,67	1760
13,14,1 5,16,17	31	3720
18	323,75	2590
19	1829	3100

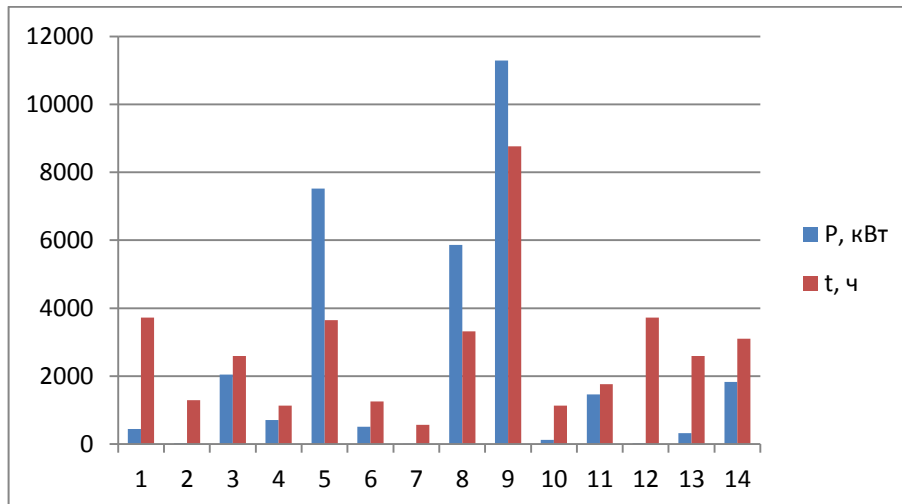


Рисунок 1.2 - Годовой график по продолжительности

1.3 Нагрузки электрических сетей

Как в помещениях, так и на отдельных участках электрических сетей расчетные нагрузки после суммирования умножают на коэффициент одновременности, значения которого тем меньше, чем больше число токоприемников. Расчетные нагрузки суммируют отдельно для дневного и для вечернего максимумов нагрузки.

Линии напряжением 0,38 кВ. Дневная расчетная нагрузка участка линии 0,38 кВ:

$$S_{\text{д}} = \sum S_{bi} k_{\text{од}i}; \quad (1.2)$$

а вечерняя расчетная нагрузка:

$$S_{\text{в}} = \sum S_{bi} k_{\text{ов}i}; \quad (1.3)$$

где $S_{\text{д}i}$, $S_{\text{в}i}$ – дневная и вечерняя нагрузки i -го участка линии или на вводе i -го потребителя;

$k_{одi}$ – коэффициент одновременности.

Если нагрузки потребителей однородны и отличаются друг от друга не более чем в четыре раза, то значение коэффициента одновременности можно брать из таблицы 1.3.

Таблица 1.3 - Коэффициент одновременности для однородных соизмеримых нагрузок линий напряжением 0,38 кВ

Количество домов, помещений	2	3	4-5	6-7	8-10	11-15
Коэффициент одновременности	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6

Для практических расчетов разработана специальная номограмма, по которой можно суммировать по две нагрузки, в том числе разнородные и несоизмеримых значений.

По оси абсцисс откладывают первую нагрузку (S_1), по оси ординат – вторую (S_2). На пересечении осей координат получается точка, лежащая на одной из кривых нагрузок совместных участков линий (S_ϵ) или между ними. Например, $S_1=10$ кВА, $S_2=9$ кВА, тогда $S_\epsilon =16$ кВА, что соответствует коэффициенту одновременности:

$$k_{од} = \frac{16}{10+9} = 0,84. \quad (1.4)$$

1.4 Расчет потребляемой мощности энергии с учетом коэффициента одновременности

1) КПП:

$$P_d=2 \text{ кВт}, P_b=1 \text{ кВт}, \sum P = 2,86 \text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{од} = \frac{2}{2+1} = 0,67,$$

$$P_o = 2 \cdot 0,67 = 1,34,$$

$$P_e = 1 \cdot 0,67 = 0,67,$$

$$\sum P = P_o + P_e = 1,34 + 0,67 = 2,01.$$

2) Смотровая площадка:

$$P_{\text{д}}=0,4\text{кВт}, P_{\text{в}}=0,2\text{ кВт}, \sum P = 0,6\text{ кВт}.$$

$$K_{od} = 1,$$

$$P_{\text{д}} = 0,4 \cdot 1 = 0,4,$$

$$P_{\text{в}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2,$$

$$\sum P = P_{\text{д}} + P_{\text{в}} = 0,4 + 0,2 = 0,6.$$

3) Спортивная площадка:

$$\sum P = 0\text{ кВт}.$$

4) Казарма, медпункт:

$$P_{\text{д}}=12,73\text{ кВт}, P_{\text{в}}=6,27\text{ кВт}, \sum P = 19\text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{15,2}{12,73 + 6,27} = 0,8,$$

$$P_{\text{д}} = 12,73 \cdot 0,8 = 10,2,$$

$$P_{\text{в}} = 6,27 \cdot 0,8 = 5,02,$$

$$\sum P = P_{\text{д}} + P_{\text{в}} = 10,2 + 5,02 = 15,22.$$

5) АКТОВЫЙ ЗАЛ:

$$P_{\text{д}}=3\text{ кВт}, P_{\text{в}}=10\text{ кВт}, \sum P = 15\text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{11,5}{3 + 10} = 0,88,$$

$$P_{\text{д}} = 3 \cdot 0,88 = 2,64,$$

$$P_{\text{в}} = 10 \cdot 0,88 = 8,8,$$

$$\sum P = P_{\text{д}} + P_{\text{в}} = 2,64 + 8,8 = 11,44.$$

6) Столовая:

$$P_{\text{д}}=37\text{ кВт}, P_{\text{в}}=12\text{ кВт}, \sum P = 49,44\text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{44}{37+12} = 0,89,$$

$$P_o = 37 \cdot 0,89 = 33,$$

$$P_g = 12 \cdot 0,89 = 11,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 33 + 11 = 44.$$

7) Гараж со складом ГСМ:

$$P_d = 4,92 \text{ кВт}, P_b = 1,64 \text{ кВт}, \sum P = 9,84 \text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{5,8}{4,92+1,64} = 0,88,$$

$$P_o = 4,92 \cdot 0,88 = 4,33,$$

$$P_g = 1,64 \cdot 0,88 = 1,44,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 4,33 + 1,44 = 5,77.$$

8) Складское помещение:

$$P_d = 0,02 \text{ кВт}, P_b = 0,06 \text{ кВт}, \sum P = 0,08 \text{ кВт}.$$

$$K_{od} = 0,2,$$

$$P_o = 0,02 \cdot 0,2 = 0,004,$$

$$P_g = 0,06 \cdot 0,2 = 0,012,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 0,004 + 0,012 = 0,016.$$

9) Дом офицеров:

$$P_d = 30 \text{ кВт}, P_b = 12,8 \text{ кВт}, \sum P = 42,8 \text{ кВт}.$$

Из таблицы 1.3:

$$K_{od} = 0,65,$$

$$P_o = 30 \cdot 0,65 = 19,5,$$

$$P_g = 12,8 \cdot 0,65 = 8,32,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 19,5 + 8,32 = 27,82.$$

10) Отделение сигнализации:

$$P_d = 20 \text{ кВт}, P_b = 10 \text{ кВт}, \sum P = 30,92 \text{ кВт}.$$

$$K_{od} = 1,$$

$$P_o = 20 \cdot 1 = 20,$$

$$P_g = 10 \cdot 1 = 10,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 20 + 10 = 30.$$

11) Кинологическое отделение:

$$P_d = 1,62 \text{ кВт}, P_b = 1 \text{ кВт}, \sum P = 2,71 \text{ кВт}.$$

$$K_{od} = \frac{2}{2+1} = 0,67,$$

$$P_o = 2 \cdot 0,67 = 1,34,$$

$$P_g = 1 \cdot 0,67 = 0,67,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 1,34 + 0,67 = 2,01.$$

12) Прачечная:

$$P_d = 12 \text{ кВт}, P_b = 12 \text{ кВт}, \sum P = 20 \text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{20}{12+12} = 0,83,$$

$$P_o = 12 \cdot 0,83 = 9,96,$$

$$P_g = 12 \cdot 0,83 = 9,96,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 9,96 + 9,96 = 19,92.$$

13,14,15,16,17) Наблюдательный пост:

$$P_d = 0,5 \text{ кВт}, P_b = 2 \text{ кВт}, \sum P = 2,86 \text{ кВт}.$$

$$K_{od} = 0,5,$$

$$P_o = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25,$$

$$P_g = 2 \cdot 0,5 = 1,$$

$$\sum P = P_o + P_g = 0,25 + 1 = 1,25.$$

18) Котельная:

$$P_d = 1,5 \text{ кВт}, P_b = 2,2 \text{ кВт}, \sum P = 3 \text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{3}{1,5 + 2,2} = 0,81,$$

$$P_{\partial} = 1,5 \cdot 0,81 = 1,22,$$

$$P_{\epsilon} = 2,2 \cdot 0,81 = 1,78,$$

$$\sum P = P_{\partial} + P_{\epsilon} = 1,22 + 1,78 = 3.$$

19) Освещение территории:

$$P_{\partial} = 2 \text{ кВт}, P_{\epsilon} = 12 \text{ кВт}, \sum P = 14,16 \text{ кВт}.$$

Определяем по номограмме:

$$K_{od} = \frac{12}{2 + 12} = 0,86,$$

$$P_{\partial} = 2 \cdot 0,86 = 1,72,$$

$$P_{\epsilon} = 12 \cdot 0,86 = 10,32,$$

$$\sum P = P_{\partial} + P_{\epsilon} = 1,72 + 10,32 = 12,04.$$

Суммарная мощность с учетом коэффициента одновременности – 184,28 кВт.

1.5 Расчет освещения

Основным критерием, по которому определяется необходимое количество осветительных приборов, является нормируемый уровень освещенности. Этот показатель для жилых и офисных помещений по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 составляет 300-500 лк для расчетной плоскости на высоте 0,8 метра от пола (высота рабочего стола).

В дипломной работе используем метод коэффициента использования. По этому методу необходимое количество светильников определяется следующим образом.

Индекс помещения, определяется соотношением размеров освещаемого помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p (A + B)},$$
$$h_p = H_1 - h_0 - h_c \quad (1.5)$$

где h_p - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta}. \quad (1.6)$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}}. \quad (1.7)$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}. \quad (1.8)$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{F_{л} - F_p}{F_{л}} \cdot 100\%. \quad (1.9)$$

Если полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, то перерасчёт светового потока не требуется.

1.6 Выбор системы освещения

Люминесцентная лампа — газоразрядный источник света, в котором электрический разряд в парах ртути создаёт ультрафиолетовое излучение, которое преобразуется в видимый свет с помощью люминофора — смеси галофосфата кальция с другими элементами.

Люминесцентные лампы нашли широкое применение в освещении общественных зданий: школ, больниц, офисов и т. д. С появлением компактных люминесцентных ламп с электронными балластами, которые можно включать в патроны E27 и E14 вместо ламп накаливания, люминесцентные лампы завоёвывают популярность и в быту.

Люминесцентные лампы наиболее целесообразно применять для общего освещения, прежде всего помещений большой площади (в особенности совместно с системами DALI), позволяющими улучшить условия освещения и при этом снизить потребление энергии на 50-83 % и увеличить срок службы

ламп. Люминесцентные лампы широко применяются также и в местном освещении рабочих мест, в световой рекламе, подсветке фасадов.

Популярность люминесцентных ламп обусловлена их преимуществами (над лампами накаливания):

- значительно большая светоотдача (люминесцентная лампа 20 Вт даёт освещенность как лампа накаливания на 100 Вт) и более высокий КПД;
- разнообразие оттенков света;
- рассеянный свет;
- длительный срок службы (2 000—20 000 часов в отличие от 1 000 у ламп накаливания), при условии обеспечения достаточного качества электропитания, балласта и соблюдения ограничений по числу включений и выключений (поэтому их не рекомендуется применять в местах общего пользования с авт.включателями с датчиками движения).

Однако в настоящее время лампы накаливания используют в помещениях с высокой концентрацией пыли (вредные производства), склады, мелкие подсобные помещения, с нечастыми включениями, необходимостью быстрого освещения, нечувствительные к резким перепадам температуры.

Преимущества:

- высокий индекс цветопередачи, Ra 100;
- налаженность в массовом производстве;
- низкая цена;
- небольшие размеры;
- отсутствие пускорегулирующей аппаратуры;
- нечувствительность к ионизирующей радиации;
- чисто активное электрическое сопротивление (единичный коэффициент мощности);
- мгновенное зажигание и перезажигание;
- невысокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения;
- отсутствие токсичных компонентов и как следствие отсутствие необходимости в инфраструктуре по сбору и утилизации;
- возможность работы на любом роде тока;
- нечувствительность к полярности напряжения;
- возможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт);
- незаметность мерцания (10 % для 60 Вт, при больших мощностях коэффициент пульсаций меньше) при работе на переменном токе (важно на предприятиях);
- отсутствие гудения при работе на переменном токе;

- непрерывный спектр излучения;
- приятный и привычный в быту спектр;
- устойчивость к электромагнитному импульсу;
- возможность использования регуляторов яркости;
- не боятся низкой и повышенной температуры окружающей среды, устойчивы к конденсату.

Недостатки:

- низкая световая отдача;
- относительно малый срок службы;
- хрупкость, чувствительность к удару и вибрации;
- бросок тока при включении (примерно десятикратный);
- при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона;
- резкая зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения;
- лампы накаливания представляют пожарную опасность. Через 30 минут после включения ламп накаливания температура наружной поверхности достигает, в зависимости от мощности, следующих величин: 25 Вт — 100 °С, 40 Вт — 145 °С, 75 Вт — 250 °С, 100 Вт — 290 °С, 200 Вт — 330 °С. При соприкосновении ламп с текстильными материалами их колба нагревается ещё сильнее. Солома, касающаяся поверхности лампы мощностью 60 Вт, вспыхивает примерно через 67 минут;
- нагрев частей лампы требует термостойкой арматуры светильников;
- световой коэффициент полезного действия ламп накаливания, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности, потребляемой от электрической сети, весьма мал и не превышает 4 %. Включение электролампы через диод, что часто применяется с целью продления ресурса на лестничных площадках, в тамбурах и прочих затрудняющих замену местах, ещё больше усугубляет её недостаток: значительно уменьшается КПД, а также появляется значительное мерцание света.

Светодиодные лампы или светодиодные светильники в качестве источника света используют светодиоды, применяются для бытового, промышленного и уличного освещения. Светодиодная лампа является одним из самых экологически чистых источников света. Принцип свечения светодиодов позволяет использовать в производстве и работе самой лампы безопасные компоненты. Светодиодные лампы не содержат ртутьсодержащих веществ, поэтому они не представляют опасности в случае выхода из строя

или разрушения. Различают законченные устройства – светильники и элементы для светильников – сменные лампы.

Светильники для улиц, парков и дорог должны удовлетворять многим критериям. Основные особенности, которые необходимо учитывать:

- экономия электроэнергии. Светильники для улицы освещают большие территории и особенно важно, чтобы большая часть излучаемого света направлялась на освещаемую поверхность. Светодиодные приборы наиболее удовлетворяют таким требованиям в исполнениях прямого света и преимущественно прямого света (по ГОСТ 17677-82) и позволяют получить экономию электроэнергии даже по сравнению с аналогичными газоразрядными лампами высокого давления и натриевыми лампами;

- прочность конструкции и защищенность от воздействия окружающей среды. Корпус устройства должен быть сконструирован так, чтобы мусор, испражнения птиц и вода не скапливались на поверхности светильника и не ухудшали его охлаждающую способность, прозрачность защитного стекла, тем самым сохраняя характеристики в течение всего срока службы;

- цветопередача. Светодиодные источники освещения в большинстве обладают лучшими характеристиками цветопередачи. Кроме того, цветовой оттенок и индекс цветопередачи могут быть подобраны при выборе светильника для конкретного приложения;

- срок службы светодиодных ламп значительно превышает срок службы традиционных уличных источников освещения. Однако, светодиодные источники света чувствительны к повышенной температуре и при плохом теплоотводе срок службы может быть значительно снижен;

- равномерность освещения зависит от конструкции светильника и в большинстве обеспечивает необходимую диаграмму направленности для светильников прямого света;

- цена светодиодного светильника зачастую значительно выше аналогичных традиционных устройств освещения. Но, поскольку замена ламп в традиционных устройствах наружного освещения связана с значительными затратами, требует специального оборудования, использование светодиодных устройств в некоторых случаях дает ощутимую экономию в ближайшей перспективе применения.

В данной дипломной работе, в соответствии с вышеизложенными требованиями, используем следующие виды ламп:

Таблица 1.4 – Виды ламп искусственного освещения

обозначение	тип лампы	мощность,	цоколь	световой	R _a
-------------	-----------	-----------	--------	----------	----------------

		Вт		поток (лм)	
TLD18W/865	люминесцентная	18	G13	1300	85
ЛЗ-28-120	светодиодная	120	-	6000	-
GE F36W/885	люминесцентная	18	G13	3350	85
НВО 250М	лампа накаливания	22	E40	27000	85
РН220-230- 200-1	лампа накаливания	200	E27	2950	-

Расчетная часть.

1) КПП.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,2 - 1 - 0,2 = 1м,$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{3 \cdot 3}{1 \cdot (3 + 3)} = 1,5.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1,15}{0,52 \cdot 4} = 2239,175 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{2239,175}{1300} = 2.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1,15}{2 \cdot 0,52 \cdot 4} = 1119,6 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{1300 - 1119,6}{1300} \cdot 100\% = 13,8\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу TL-D 18W/865.

$$P_{po} = 18 \cdot 2 = 36 \text{ Вт} = 0,036 \text{ кВт.}$$

2) Смотровая площадка.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 10 - 1,5 - 0,5 = 8 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{8,5 \cdot 35}{8 \cdot (8,5 + 35)} = 0,85.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{30 \cdot 0,85 \cdot 8,5 \cdot 35 \cdot 2}{0,51} = 29750 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_l} = \frac{22750}{6000} = 5.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{30 \cdot 0,85 \cdot 8,5 \cdot 35 \cdot 2}{5 \cdot 0,51} = 5950 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{6000 - 5950}{6000} \cdot 100\% = 0,83\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем светодиодный уличный светильник марки ЛЗ-28-120.

$$P_{po} = 120 \cdot 5 = 0,6 \text{ кВт.}$$

3) Спортивная площадка.

Освещенность площадки входит в состав освещения территории.

4) Казарма, медпункт.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 3 - 0,8 - 0,5 = 1,7 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A_1 \cdot B_1}{h_p (A_1 + B_1)} = \frac{42 \cdot 15}{1,7 \cdot (42 + 15)} = 6,5.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 6,5 \cdot 42 \cdot 15 \cdot 1,15}{0,52 \cdot 4} = 679218,75 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N_1 = \frac{F}{F_l} = \frac{679218,75}{3350} = 203.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 6,5 \cdot 42 \cdot 15 \cdot 1,15}{203 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3345,91 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3345,91}{3350} \cdot 100\% = 0,12\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчет светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 203 \cdot 3 = 11 \text{ кВт.}$$

5) АКТОВЫЙ ЗАЛ.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2 м,$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{33 \cdot 30}{2 \cdot (33 + 30)} = 7,5.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{200 \cdot 7,5 \cdot 33 \cdot 30 \cdot 1,15}{0,52 \cdot 4} = 821033,66 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{821033,66}{3350} = 245.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 7,5 \cdot 33 \cdot 30 \cdot 1,15}{245 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3351,16 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3351,16}{3350} \cdot 100\% = -0,03\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 245 = 4,4 \text{ кВт.}$$

б) Столовая.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 3 - 1,2 - 0,2 = 1,6 м,$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{36 \cdot 15}{1,6 \cdot (36 + 15)} = 6,6.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{200 \cdot 6,6 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 1,15}{0,52 \cdot 4} = 394096,2 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{394096,2}{3350} = 118.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 6,6 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 1,15}{118 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3339,8 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3339,8}{3350} \cdot 100\% = 0,3\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчет светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 118 \cdot 2 = 4,3 \text{ кВт.}$$

7) Гараж со складом ГСМ.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 4 - 1,5 - 0,5 = 2 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{12 \cdot 15,3}{2 \cdot (12 + 15,3)} = 3,4.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{150 \cdot 3,4 \cdot 12 \cdot 15,3 \cdot 1,15}{0,45} = 239292 \text{ лм.}$$

Количество светильников

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{239292}{27000} = 9.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 3,4 \cdot 12 \cdot 15,3 \cdot 1,15}{9 \cdot 0,45} = 26588 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{27000 - 26588}{27000} \cdot 100\% = 1,52\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу НВО 250М.

$$P_{po} = 22 \cdot 9 = 198 \text{ Вт.}$$

8) Складское помещение.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,5 - 1 - 0,5 = 1 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{13,5 \cdot 6}{1 \cdot (13,5 + 6)} = 4,2.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{50 \cdot 4,2 \cdot 13,5 \cdot 6 \cdot 2}{0,45} = 75600 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{75600}{27000} = 3.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{50 \cdot 4,2 \cdot 13,5 \cdot 6 \cdot 2}{3 \cdot 0,45} = 25200 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{27000 - 25200}{27000} \cdot 100\% = 6,7\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу НВО 250М.

$$P_{po} = 25 \cdot 3 = P_T = 75 \text{ кВт} = 0,08 \text{ кВт.}$$

9) Дом офицеров.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,8 - 1,2 - 0,2 = 1,4 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{30 \cdot 12}{1,4 \cdot (30 + 12)} = 6,12.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 6,12 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 1,25}{0,52 \cdot 4} = 397211,54 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{397211,54}{3350} = 119.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 6,12 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 1,25}{119 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3337,91 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3337,91}{3350} \cdot 100\% = 0,36\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 119 \cdot 2 = 4,284 \text{ кВт.}$$

10) Отделение сигнализации и связи.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 3 - 1,4 - 0,2 = 1,4 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{13,5 \cdot 15}{1,4 \cdot (13,5 + 15)} = 5,1.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 5,1 \cdot 13,5 \cdot 15 \cdot 1,5}{0,52 \cdot 4} = 223431,5 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{223431,5}{3350} = 67.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 5,1 \cdot 13,5 \cdot 15 \cdot 1,5}{67 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3334,8 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3334,8}{3350} \cdot 100\% = 0,45\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 67 = 1,2 \text{ кВт.}$$

11) Кинологическое отделение.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,5 - 1 - 0,2 = 1,3 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{7,5 \cdot 6}{1,3 \cdot (7,5 + 6)} = 2,56.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{150 \cdot 2,56 \cdot 7,5 \cdot 6 \cdot 1,75}{0,52 \cdot 4} = 14538,5 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{14538,5}{3350} = 4.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 2,56 \cdot 7,5 \cdot 6 \cdot 1,75}{4 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3634,625 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3634,625}{3350} \cdot 100\% = -8,4\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 4 = 0,072 \text{ кВт}$$

12) Прачечная.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 3 - 1,5 - 0,2 = 1,3 \text{ м},$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{23,1 \cdot 6,9}{1,3 \cdot (23,1 + 6,9)} = 4,1.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{200 \cdot 4,1 \cdot 23,1 \cdot 6,9 \cdot 1,5}{0,52 \cdot 4} = 94254,7 \text{ лм}.$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{94254,7}{3350} = 28.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 4,1 \cdot 23,1 \cdot 6,9 \cdot 1,5}{28 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3366,24 \text{ лм}.$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3366,24}{3350} \cdot 100\% = -0,48\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 28 = 0,504 \text{ кВт}.$$

13,14,15,16,17) Наблюдательный пост.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,5 - 1 - 0,5 = 1 \text{ м},$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{3 \cdot 3}{1 \cdot (3 + 3)} = 1,5.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{50 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2}{0,45} = 3000 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{3000}{2950} = 1.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{50 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2}{1 \cdot 0,45} = 3000 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{2950 - 3000}{2950} \cdot 100\% = -1,7\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу РН 220-230-200-1.

$$P_{po} = 1 \cdot 200 = 0,2 \text{ кВт.}$$

18) Котельная.

$$h_p = H_1 - h_0 - h_c = 2,5 - 1 - 0,5 = 1 \text{ м,}$$

$$i = \frac{A1 \cdot B1}{h_p (A1 + B1)} = \frac{10 \cdot 5}{1 \cdot (10 + 5)} = 3,3.$$

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{200 \cdot 3,3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,75}{0,52 \cdot 4} = 27764,42 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{27764,42}{3350} = 8.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 3,3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,75}{8 \cdot 0,52 \cdot 4} = 3470,6 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{3350 - 3470,6}{3350} \cdot 100\% = -3,6\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчет светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу GE F36W/835.

$$P_{po} = 18 \cdot 8 = 0,144 \text{ кВт.}$$

19) Освещение территории. $S_{пл} = 13764,55 \text{ м}^2$.

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\eta} = \frac{15 \cdot 13764,55 \cdot 1,75}{0,51} = 708469,5 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N1 = \frac{F}{F_{л}} = \frac{708469,5}{6000} = 118.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{15 \cdot 13764,55 \cdot 1,75}{118 \cdot 0,51} = 6004 \text{ лм.}$$

Проверка светового потока:

$$\Delta F = \frac{6000 - 6004}{6000} \cdot 100\% = -0,06\%.$$

Полученная величина находится в пределах $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, значит перерасчёт светового потока не требуется.

Выбираем люминесцентную лампу ЛЗ-28120.

$$P_{po} = 120 \cdot 118 = 14,16 \text{ кВт.}$$

1.7 Расчет и построение картограммы

Расчет и построение картограммы напряжением до 1 кВ предприятия производим методом упорядоченных диаграмм следующим способом.

Для построения картограммы нагрузок предприятия:

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{m \cdot \pi}}, \quad (1.10)$$

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \cdot 360^\circ. \quad (1.11)$$

где R – радиус окружности;

α – угол сектора;

m – масштаб для определения площади круга.

Выбираем наиболее мощное по потреблению помещение, в данной работе это столовая, измеряем радиус описанной окружности. И затем рассчитываем масштаб:

$$r = 4 \text{ см, } P = 49,44 \text{ кВт,}$$

$$m = \frac{49,44 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 16 \cdot 10^{-2}} = 98,4 \cdot 10^3 \text{ м.}$$

Расчётная часть.

1) КПП:

$$R = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,109 м,$$

$$\alpha = \frac{0,056}{3,7} \cdot 360^0 = 5,45^{\circ}.$$

2) Смотровая площадка:

$$R = \sqrt{\frac{0,6 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,044 м,$$

$$\alpha = \frac{0,6}{0,6} \cdot 360^0 = 360^{\circ}.$$

3) Спортивная площадка.

4) Казарма, медпункт:

$$R = \sqrt{\frac{19 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,246 м,$$

$$\alpha = \frac{11}{19} \cdot 360^0 = 208^{\circ}.$$

5) АКТОВЫЙ ЗАЛ:

$$R = \sqrt{\frac{15 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,22 м,$$

$$\alpha = \frac{4,4}{15} \cdot 360^0 = 106^{\circ}.$$

6) Столовая:

$$R = 4 м,$$

$$\alpha = \frac{4,3}{49,44} \cdot 360^0 = 31^{\circ}.$$

7) Гараж со складом ГСМ:

$$R = \sqrt{\frac{9,84 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,177 м,$$

$$\alpha = \frac{0,2}{9,84} \cdot 360^0 = 7^{\circ}.$$

8) Складское помещение:

$$R = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,016 м,$$

$$\alpha = \frac{0,08}{0,08} \cdot 360^0 = 360^{\circ}.$$

9) Дом офицеров:

$$R = \sqrt{\frac{42,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,37 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{4,28}{42,8} \cdot 360^0 = 36^0.$$

10) Отделение сигнализации и связи:

$$R = \sqrt{\frac{30,92 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,314 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{1,2}{30,92} \cdot 360^0 = 14^0.$$

11) Кинологическое отделение:

$$R = \sqrt{\frac{2,71 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,094 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{0,072}{2,71} \cdot 360^0 = 10^0.$$

12) Прачечная:

$$R = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,254 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{0,56}{20} \cdot 360^0 = 10^0.$$

13,14,15,16,17) Наблюдательный пост:

$$R = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,025 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{0,2}{0,2} \cdot 360^0 = 360^0.$$

18) Кочегарка:

$$R = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 98,4 \cdot 10^3}} = 0,099 \text{ м}, \quad \alpha = \frac{0,144}{3} \cdot 360^0 = 17^0.$$

Вычисляем координаты нахождения КТПС-250:

$$x = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{\sum S_{inno,l}} = \frac{2,86 \cdot 17 + 0,6 \cdot 7,6 + 0 + 19 \cdot 6,6 + 15 \cdot 32 + 49,44 \cdot 20 + 9,84 \cdot 5,3 +}{201,57}$$

$$\frac{+ 0,08 \cdot 6,8 + 42,8 \cdot 21,4 + 30,92 \cdot 30,5 + 2,71 \cdot 34,4 + 20 \cdot 0,7 + 0,2 \cdot 0,3 + 0,2 \cdot 34,7 \cdot 2 +}{201,57}$$

$$\frac{+ 0,2 \cdot 5,8 + 3 \cdot 1 - 0,3 \cdot 0,2}{201,57} = 17,41,$$

$$y = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{\sum S_{inno,l}} = \frac{2,86 \cdot 19,7 + 0,6 \cdot 17,8 + 0 + 19 \cdot 13 + 15 \cdot 8,8 + 49,44 \cdot 3,5 + 9,84 \cdot 7,5 +}{201,57}$$

$$\frac{+ 0,08 \cdot 0,6 + 42,8 \cdot 13,3 + 30,92 \cdot 1,6 + 2,71 \cdot 15,2 + 20 \cdot 6,8 + 0,2 \cdot 0,3 + 0,2 \cdot 19,7 \cdot 2 +}{201,57}$$

$$\frac{+ 0,2 \cdot 5,6 + 3 \cdot 0,5 - 0,3 \cdot 0,2}{201,57} = 7,13.$$

1.8 Выбор схемы электроснабжения погранзаставы

При решении задач оптимизации электроснабжения предприятия возникает необходимость сравнения большого количества вариантов.

Многовариантность задач промышленной энергетики обуславливает проведение технико-экономического расчета, целью которого является определение оптимального варианта схемы, параметров электросети и ее элементов

Для технико-экономического сравнения вариантов электроснабжения завода рассмотрим два варианта:

1 вариант – питание от ЛЭП 35кВ;

2 вариант – питание с помощью ВРГБ.

Выбираем оборудование по первому варианту.

1) ЛЭП –35 кВ.

Расчетный ток, проходящий по одной линии:

$$(1.12) \quad I_p = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{201,57}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 1,66 \text{ А.}$$

Ток аварийного режима:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 1,66 = 3,32 \text{ А.} \quad (1.13)$$

Выбираем сечение проводов по следующим условиям:

1) по экономической плотности тока;

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{1,66}{1,1} = 1,83 \text{ мм}^2, \quad (1.14)$$

где j - экономическая плотность тока;

$j = 1,1 \text{ А/мм}^2$ при $T_m = 4000 \text{ ч}$ и алюминиевых проводах.

2) по условию потерь на корону выбираем провод АС –70, $I_{доп} = 265 \text{ А}$;

3) проверим выбранные провода по допустимому нагреву;

при расчетном токе:

$$I_{доп} = 265 \text{ А} > I_p = 1,66 \text{ А.} \quad (1.15)$$

при аварийном режиме:

$$I_{\text{доп ав}}=1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 265=344,5 \text{ A} > I_{\text{ав}}=3,32 \text{ A}. \quad (1.16)$$

Потери электроэнергии в ЛЭП:

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}}=2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot (1,66)^2 \cdot 8,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2405 = 326,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (1.17)$$

где $R=r_0 \times L$, $r_0=0,46$ Ом/км - удельное сопротивление сталеалюминиевого провода сечением 70 мм^2 , $l=20$ км длина линии $R=2,3$ Ом;

τ - потери энергии в трансформаторах.

$$\tau = 8760 \cdot \left(0,124 + \frac{T_m}{10000} \right)^2 = 8760 \cdot \left(0,124 + \frac{4000}{10000} \right)^2 = 2405 \text{ ч}. \quad (1.18)$$

Выбор оборудования КТПС – 250.

Комплексные трансформаторные подстанции в мобильном блок-контейнере зданий на напряжение 35/0,4 кВ типа КТП 35/0,4 кВ. Основные технические характеристики приведены в таблицы 1.5.

Общие сведения.

КТП 35/0,4 предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии отдаленного объекта трехфазного тока промышленной частоты 50 Гц.

Преимущества КТП 35/0,4:

- минимальные сроки монтажа, наладки и ввода в эксплуатацию за счет полной заводской готовности;

- повышенная надежность электрооборудования;

- подключение вдоль трассовых маломощных потребителей;

- исключение промежуточных подстанций 6(10) кВ;

- уменьшение потерь на линиях большой протяженности;

- возможность демонтажа и перемещения в короткий срок;

- удобство и гарантированная безопасность эксплуатации.

Условия эксплуатации КТП 35/0,4.

Нормальная работа подстанции обеспечивается в следующих условиях:

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха от минус 60°С до плюс 40°С;
- тип атмосферы I-II по ГОСТ 15150-69;
- степень загрязнения изоляции I-II по ГОСТ 9920-89;
- климатические районы по ветру и гололеду I-III, по снеговой нагрузке IV согласно СНиП 2.01.07-8.

Технические характеристики.

КТП-35/0,4 кВ изготавливается в соответствии с ТУ 3412-011-02917889-2003 в мобильных блок-контейнерных зданиях по ТУ 5363-010-24366272-2002.

Структура условного обозначения.

КТП ХХ-35/0,4-ХхХХХХ-ВХ УХЛ1 ТУ 3412-011-02917889-2006

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1. Наименование изделия: Комплектная трансформаторная подстанция;
2. У - универсальная; СН - собственных нужд;
3. Номинальное напряжение, высшее - 35 кВ;
4. Номинальное напряжение, низшее - 0,4 кВ;
5. Количество силовых трансформаторов (1 или 2). При одном трансформаторе число не указывают;
6. Номинальная мощность силового трансформатора, кВ•А (100; 160; 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2500);
7. Исполнение ввода высокого напряжения (ВН) В – воздушный;
8. Исполнение вывода низкого напряжения (НН) В - воздушный; К – кабельный;
9. Климатическое исполнение и категория размещения;
10. Условное обозначение технических условий.

Пример записи условного обозначения КТП собственных нужд номинальным высшим напряжением 35 кВ, номинальным низшим напряжением 0,4 кВ, с номинальной мощностью силового трансформатора 100 кВА, с воздушным вводом высокого напряжения и кабельным выводом низкого напряжения, климатического исполнения УХЛ1 при заказе и в других документах:

КТПСН-35/0,4-100 - ВК УХЛ1 ТУ 3412-011-02917889-2006.

Таблица 1.5 - Основные технические характеристики КТП 35/0,4

/п	Наименование параметра	Значение
	Мощность силового трансформатора, кВА	250
	Номинальное напряжение на стороне высшего напряжения (ВН), кВ	35
	Номинальное напряжение на стороне низшего напряжения (НН), кВ	0,4
	Наибольшее рабочее напряжение на стороне ВН, кВ	40,5
	Номинальный ток сборных шин на стороне НН, кА	1000
	Ток электродинамической стойкости (амплитуда) на стороне ВН, кА	81/79
	Ток электродинамической стойкости (амплитуда) на стороне НН, кА	50
	Ток термической стойкости на стороне ВН, кА	31,5
	Ток термической стойкости на стороне НН, кА	25
0	Степень огнестойкости по СНиП 21-01-97	II

В таблице 1.6 приведены габаритные размеры трансформаторов 35/0,4 кВ.

Таблица 1.6 - Основные технические характеристики КТП 35/0,4

Производитель	Минский электротехнический завод Им. В.И.Козлова				Украэлект роаппарат, г.Хмельницкий				ОАО «НАЭНЕРГОПРОМ», г.Алматы				ООО «Росполь - Электро»ELETTRONICA COLOMBO			
	ли на, м	ири на, м	ысо та, м	асс а, т	ли на, м	ири на, м	ыс ота, м	ас са, кг	ли на, м	ири на, м	ыс ота, м	ас са, т	лина , м	ирин а, м	ысо та, м	асс а, т
ип и Мощн ость, кВА																

50	2	,45	,95	,88	,55	,3	,98	,81	,5	,4	,1	,25	,8	,5	,95	,25	,48
----	---	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----	----	----	-----	-----	-----

Выбираем КТПС – 250 производителя ОАО «НАЭНЕРГОПРОМ».

КТП-35/0,4 кВ представляет собой мобильное блок - контейнерное здание полной заводской готовности, состоящее из отсеков:

- распределительного устройства 35 кВ (РУ-35 кВ);
- отсека с силовым трансформатором;
- распределительного устройства 0,4 кВ (РУ-0,4 кВ).

Силовой трансформатор может быть установлен открыто. Однолинейная электрическая схема главных цепей КТП-35/0,4 - 2500 и КТП-35/ 0,4 - 1250 приведена в приложении В.

Распределительное устройство 35 Кв.

В качестве комплектного распределительного устройства в РУ-35 кВ могут использоваться распределительные устройства внутренней установки (КРУ) серии ВМ-4-35 с вакуумными выключателями типа VD4-3612-25 или Fluair 400 (Schneider Electric) с выключателями серии SF.

Технические данные КРУ серии ВМ-4-35 представлены в таблице 1.7.

Технические данные КРУ серии Fluair 400 представлены в таблице 1.8.

Шкафы КРУ серии ВМ-4-35 и Fluair 400 двухстороннего обслуживания.

Ввод напряжения 35 кВ от разъединителя РДЗ-35 или РГ-35, установленного на портале, присоединенного к БК, подается в шкаф КРУ 35 кВ кабелем 35 кВ из сшитого полиэтилена.

Таблица 1.7 - Технические данные КРУ серии ВМ-4-35

Номинальное напряжение, кВ	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5
Номинальный ток, А	1250
Номинальный ток отключения выключателей, кА	25
Ток термической стойкости, кА	31,5
Ток электродинамической стойкости главных цепей, кА	81

Таблица 1.8 - Технические данные КРУ серии Fluair 400

Номинальное напряжение, кВ	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5
Номинальный ток, кА	1250
Номинальный ток отключения выключателей, кА	25
Ток термической стойкости, кА	31,5
Ток электродинамической стойкости главных цепей, кА	79
Степень защиты оболочки при закрытых дверях	IP 3X
Габаритные размеры:	
- высота, мм	2335
- ширина, мм	1100
- глубина, мм	3020
Максимальный вес шкафа с выключателем, не более, кг	1081

Отсек силового трансформатора.

Силовой трансформатор устанавливается в блок-контейнер или на открытую платформу. Блок-контейнер (или платформа) оснащаются герметичным маслоприемником, способным вместить 100% объема масла трансформатора.

Соединение выводов трансформатора с ячейкой КРУ-35 кВ выполняется кабелем (АПВнг-35, ПвВнг-35), соединение с панелью РУ-0,4 кВ шинное. Отсек с силовым трансформатором комплектуется как масляным, так и сухим трансформаторами. Сухой трансформатор размещается только в блок - контейнере мобильного здания.

КТП-35 кВ комплектуются силовыми трансформаторами ОАО «Трансформатор» г. Тольятти, ОАО «Укрэлектроаппарат» г. Хмельницкий, фирмы ELETTROMECCANICA COLOMBO (Италия).

Распределительное устройство 0,4 кВ.

Отсек РУ-0,4 кВ комплектуется панелями серии ЩО-70 - одностороннего обслуживания с автоматическими выключателями (ВА51-39, ВА55-41, ВА04-36, Э40С), разъединителями (серии Р), рубильниками (РПС, РС), трансформаторами тока, амперметрами и предохранителями (ПН2) или шкафами РУНН двустороннего обслуживания с выдвижными автоматическими выключателями серий ВА, «Электрон», «Masterpact», DMX в соответствии с опросным листом.

Распределение электрической энергии по потребителям осуществляется от линейных панелей ЩО-70 (или шкафов ШЛНН) кабелем марок ВВГ, ВБбШв, АВВГ, ААШв, ААБл (кабельный вывод). Ввода под кабельные заходы выполняются с уплотнением.

В КТП-35/0,4 кВ предусмотрено внутреннее освещение напряжением 220 В 50 Гц и переносное освещение 36 В 50 Гц. Для внутреннего освещения применяются потолочные светильники типа ЛПО с люминесцентными лампами. Для наружного освещения и освещения трансформаторного отсека применяются настенные светильники типа НПП-03-60.

Для отопления применяются трубчатые электронагреватели (ТЭН), соответствующие ГОСТ 19108 или потолочные инфракрасные обогреватели марок ECOSUN или EnergoStrip. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления принята до минус 600С; внутренняя температура помещения не ниже плюс 5 0С.

По заказу в КТП-35/0,4 кВ устанавливаются системы: противопожарной сигнализации, охранной сигнализации, вентиляции и кондиционирования, телеметрии, телемеханики с возможностью подключения к АСУ.

Конструкция блок-контейнера КТПС 35/0,4.

Конструкция блок-контейнера состоит из сварного металлического каркаса. Стены и потолок обшиваются с наружных и внутренних сторон окрашенными профилированными листами Ссн10 1100/1150 и утепляются негорючим материалом из базальтового волокна типа "ISOVER" толщиной 100 мм.

Основание блок-контейнеров изготовлено из швеллера ¹ 20. Пол основания выполнен из рифленых стальных листов.

Все металлические части электрооборудования подстанции заземляются на конструкцию КТП 35/0,4 кВ. Для присоединения внешнего контура заземления на блок-контейнере предусмотрены болты заземления.

Установка мобильного блок-контейнерного здания КТП 35/0,4 кВ осуществляется на фундамент, выполненный из свай на высоте до 1,5 м или лежней, уложенных на песчаную подушку, в зависимости от типа грунтов и сейсмической активности региона.

КТП 35/0,4 кВ поставляются потребителю полностью собранными, с установленным в них электрооборудованием железнодорожным или автомобильным транспортом с закрытыми и опломбированными дверями. Портал под разъединитель устанавливается на месте, так же на месте осуществляется подключение кабеля от разъединителя к шкафу КРУ 35. Если здание КТП 35/0,4 состоит из двух и более блок-контейнеров, то они отдельно доставляются автомобильным или железнодорожным транспортом.

2 Вариант питание от ВРГБ

Основой энергетики сегодняшнего дня являются тепловые электрические станции, использующие невозобновляемые топливные запасы угля, нефти, газа, сланцев, торфа и которые удовлетворяют примерно девяносто процентов энергетических потребности человечества.

Наиболее универсальная форма энергии – электричество. Оно вырабатывается на электрических станциях и распределяется между потребителями посредством электрических сетей коммунальными службами. Потребности в энергии продолжают постоянно расти. Наша цивилизация динамична. Любое развитие требует, прежде всего, энергетических ресурсов, и при существующих формах национальных экономик многих государств можно ожидать возникновения серьезных энергетических проблем.

В начале наступившего XXI века объем мировой торговли электрической энергией составил более 400 ТВт*ч и был на 25 % больше по сравнению с 1991 г. Таким образом, происходит существенное опережение темпов расширения международной торговли электрической энергией по сравнению с темпами роста ее производства. Анализируя статистические данные, можно сделать ряд выводов, характеризующих развитие мировой энергетики, главные среди которых следующие:

- в абсолютном значении прирост мирового производства электрической энергии на ТЭС в 3 раза больше, чем на АЭС и ГЭС;
- мировое производство электрической энергии увеличилось на ТЭС и свыше пятой части на ГЭС приходится на долю Китая;
- доля стран-членов ОЭСР в мировом производстве электрической энергии составляет 65 %.

Основными энергоносителями на сегодняшний день являются уголь (40 %), газ (15 %), нефть (10 %), гидроэнергетика (18 %) и атомная энергетика (17 %).

В условиях роста потребления запасы извлекаемого органического ископаемого топлива будут иссякать все более быстрыми темпами, и по различным прогнозам исчерпают себя уже во второй половине XXI века.

Сохранение доли углеводородной энергетики потребует ввода новых ресурсных источников с суммарным объемом 60 - 100 млн. баррелей в сутки. Текущее суточное производство – 74 млн. баррелей. Потребуется минимум три таких нефтеносных региона, как Саудовская Аравия, чего в мире нет.

Сохранение доли угольной энергетики потребует дополнительно более 2,3 млрд. тонн угля (текущий кумулятивный объем добычи составил 3,8 млрд. тонн), что инфраструктурно трудно реализуемо и экологически неприемлемо.

Последние годы показали, что органические виды топлива являются, прежде всего, ограниченными, стремительно сокращающимися и не очень привлекательными источниками энергии как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Кроме того, сжигание органического топлива глобально приводит к парниковому эффекту и уменьшению содержания кислорода в атмосфере.

Дефицит энергетических мощностей заставляет рассмотреть возможность использования альтернативных источников электрической энергии.

К середине 1990 - ых мощность ветровых установок, подключенных к сетям энергосистем (почти 90 процентов их были произведены в Европе), в мире, по данным американской ветровой энергетической ассоциации (AWEA), превысила 6 000 МВт. Цифра невелика, но достаточна для того, чтобы говорить, что ветровая энергетика выделилась как самостоятельный энергетический источник наряду с тепловой, гидро- и атомной энергетикой. В ряд стран-лидеров по ветровой энергетике вошла Индия, оттеснив Данию на четвертое место .

Лидирующая десятка стран по ветровой энергетике выглядела в 2000 - ом году тогда следующим образом:

1. США (1 794 МВт);
2. Германия (1 567 МВт);
3. Индия (820 МВт);
4. Дания (785 МВт);
5. Нидерланды (305 МВт);
6. Англия (264 МВт);
7. Испания (216 МВт);
8. Швеция (105 МВт);
9. Италия (70 МВт);
10. Китай (57 МВт).

К 2000 году производство электрической энергии ветряными установками удвоилось и приблизилось к 13 000 МВт во всем мире, из них более 9 000 - в Европе.

Сейчас ежегодный прирост производства электрической энергии за счет использования ветровых установок составляет 20 - 30 %, в то время как прирост в атомной энергетике - менее 1 % ежегодно. Из 110 000 объектов электроэнергетики Европейского Союза 20 % составляют объекты ветровой энергетике.

Общий потенциал ветровой энергетике оценивается в 20 - 25 % от мирового производства электрической энергии. В настоящее время в мире установлены и находятся в эксплуатации ветровые энергетические установки (ВЭУ) суммарной мощностью более 200 000 МВт.

Рынок ВЭУ в настоящее время является одним из наиболее быстроразвивающихся, его рост превышает 20 - 27 % в год.

На конец 2000 г. рынок распределялся примерно следующим образом:

Таблица 2.1 – Тенденция развития рынка ВЭУ

Фирма	Доля, % общего рынка		Примечание
	1994 г.	2000 г.	
Vestas (Дания)	20,4	17,9	
Kenetech (США)	14,2	-	Разорилась
Enercon (Германия)	14,0	13,7	
NEPC	8,5	-	
Tacke (Германия)	10,4	-	Куплена фирмой Enron (США)
Bonus (Дания)	7,5	11,5	
NEG Micon (Дания)	17,0	13,4	В свою очередь куплена индийской фирмой Suzlon
Wind World (Дания)	3,3	-	Куплена фирмой NEG Micon
Ned Wind (Голландия)	3,2	-	
Nordex (Германия)	3,0	8,3	
Wind Master (Бельгия)	0,1		
Остальные	2,3	14,1	

Специалисты подсчитали, что в течение первого десятилетия XXI века энергия ветра может обеспечить 10 % потребности Западной Европы в

электрической энергии. Используя большие неосвоенные запасы энергии ветра на морском побережье, европейские страны могут увеличить мощность ветровых энергетических установок до 40 тыс. МВт в 2010 г. и до 100 тыс. МВт в 2020 г.

Если учесть, что суммарная мощность ВЭУ в Европе в 2000 г. составляла примерно 8 тыс. МВт, то приведенные цифры свидетельствуют о беспрецедентных темпах развития этого сектора энергетики.

Новым толчком к развитию ветровой энергетики явилось подписание Киотского протокола, по которому все западноевропейские страны должны снизить выбросы CO_2 в атмосферу. Развитым и развивающимся странам предстоит решить вопрос пост-Киотских соглашений на 2013 и последующие годы в отношении рынка сокращенных выбросов парниковых газов.

Значительных успехов в области ветровой энергетики добилась Дания.

Общие направления:

- разработка новых конструкций ветровых установок, адаптированных к ветровым условиям Казахстана;

- снижение воздействия скоростного потока на турбину для снижения общего сопротивления конструкции и разработка плавно обтекаемых лопастей для высокоскоростных ветровых и гидравлических турбин;

- экономическое стимулирование снижения вредных выбросов и внедрения ВИЭ при помощи финансовых и инновационных инструментов.

Научные исследования:

- исследования физики явлений при обтекании потоком криволинейных лопастей воспринимающей турбины на ВЭУ;

- математическое моделирование процесса обтекания потоком криволинейных пластин;

- проведение натуральных и экспериментальных исследований по изучению параметров ветровых турбин для ВЭС турбин для малых ГЭС;

- изучение процессов, влияющих на емкость и заряд/разрядные процессы аккумуляторов и ионисторов.

Литературный обзор и патентный поиск показывают, что существующие конструкции вихревых ветровых турбин не имеют широкого применения вследствие их низкого к. п. д., поэтому исследования по улучшению эффективности их функционирования очень актуальны. Используя математический аппарат, можно определить диапазон изменения параметров ветровой турбины, при которых конструкция работает в оптимальном режиме. Полученные расчетные данные в сравнении с результатами экспериментов позволят оптимизировать параметры и размеры экспериментальной модели, на основе которых будут разработаны материалы для зарубежного патентования и конструкторская документация для изготовления опытного образца вихревой ветровых турбины.

В зависимости от параметров ветрового потока будут описаны все технические характеристики конструкции вихревых ветровых турбин.

Временной период появления на рынке продуктов и услуг в области энергетики показывает, что временные рамки реализации энергетических технологий не выходят за пределы 2020 года - горизонта планирования. Это говорит о том, что разработка критических технологий по выпуску ключевых энергетических продуктов и услуг с уникальными характеристиками согласуются принятыми задачами и сроками их реализации, а также характеризуется достаточными средствами и необходимыми проектами.

Известна конструкция ветровой электрической станции (ВЭС), состоящая из концентратора потока воздуха в виде шатра с вытяжной трубой и конусом с вогнутой поверхностью, ветрового колеса, генератора и аккумулятора (патент Российской Федерации RU2062353).

Конус и шатер соединены между собой вертикальными перегородками, которые образуют сужающиеся воздушные каналы, широкая часть для входа потока воздуха, а узкая - для подачи ускоренного потока в вертикальную вытяжную трубу, в которой установлены ветровые колеса на вертикальных валах. К недостаткам ВЭС относится низкая эффективность, по рабочей поверхности лопасти ветрового колеса концентрации потока не происходит, что приводит к значительному снижению к. п. д. двигателя и ресурсов времени эксплуатации узлов механизма.

Другая конструкция ВВЭС имеет тепловую составляющую, т. е. воздушный поток предварительно нагревается и подается под купол. Градиент температуры производит движение воздуха, который приводит в движение лопасти генераторов.

На вертикальном валу генератора внутри трубы закреплены ветровые колеса с лопастями. Для завихрения воздушного потока в нижней части трубы имеются вертикальные прорезы с направляющими лопатками.

Недостатками обеих известных аналогов являются: низкий к. п. д. из-за неэффективной концентрации потока и его воздействие на обратный ход лопасти, низкая надежность, наличие системы подогрева воздуха, необходимость дополнительных заслонок для разворота струи воздуха.

Основным недостатком ВЭУ вертикального вращения является небольшая площадь используемого воздушного потока, которая равна площади рабочей поверхности лопасти ветрового колеса, что снижает их мощность. Еще одним серьезным недостатком является незащищенность от атмосферных осадков. Дождь, мокрый снег, низкие температуры с обледенением конструкции своим следствием имеют остановку и прекращение функционирования ВЭУ.

Ветровые генераторы с вертикальной осью вращения имеют важные преимущества перед ветровыми генераторами с горизонтальным расположением оси. Для них отпадает необходимость в устройствах для ориентации ветрового колеса на ветер, упрощается конструкция и уменьшаются гироскопические нагрузки, вызывающие дополнительные напряжения в лопастях, системе механической передачи вращательных

моментов и прочих элементах ветровых установок с горизонтальной осью вращения.

Принципиальными недостатками таких установок являются:

- а) гораздо большая подверженность их усталостным разрушениям из-за более часто возникающих в них автоколебательных процессов;
- б) пульсация крутящего момента, приводящая к нежелательным пульсациям выходных параметров генерируемой электрической энергии;
- в) проблемы гибкого вала.

Из-за этого подавляющее большинство ветровых электрических генераторов выполнено по горизонтально-осевой схеме, однако исследования различных типов вертикально-осевых установок продолжаются.

Ветровое колесо чашечного ротора вращается силой сопротивления вогнутых поверхностей. Вращающий момент создается благодаря различному сопротивлению, оказываемому воздушному потоку вогнутой и выгнутой относительно него поверхностей чашечек ротора.

Форма чашеобразной лопасти обеспечивает практически линейную зависимость частоты вращения колеса от скорости ветра.

Ротор Савониуса также вращается силой сопротивления. Из-за большого геометрического заполнения это ветровое колесо обладает большим крутящим моментом и используется для перекачки воды.

Вращающий момент ротора Дарье / Би-Дарье создается подъемной силой, возникающей на двух или на трех тонких изогнутых несущих поверхностях, имеющих аэродинамический профиль. Подъемная сила максимальна в тот момент, когда лопасть с большой скоростью пересекает набегающий воздушный поток.

Ротор Дарье используется в ветровых электрических генераторах. Раскручиваться самостоятельно ротор Дарье раскручиваться, как правило, не может, поэтому для его запуска обычно используется генератор, работающий в режиме двигателя.

Лопастей ветрового колеса ротора Масгрува и Эванса в рабочем состоянии расположены вертикально, но имеют возможность вращаться или складываться вокруг горизонтальной оси при отключении. Существуют различные варианты роторов Масгрува, но все они отключаются при сильном ветре.

Рабочее положение роторов Масгрува характеризуется большей площадью парусности.

Лопастей этого ротора в аварийной ситуации и при управлении поворачиваются вокруг вертикальной оси.

Что касается Джунгарского ущелья, воздушные течения на всей территории характеризуются высокой турбулентностью, частой и глубокой сменой направлений и скорости (Приложение А). Они имеют высокий градиент скорости и разные направления по высоте над поверхностью земли (до 32 м/с).

Для эффективного использования энергии порывистых, часто меняющих направление ветров Казахстана (Приложение Б), в частности Джунгарских ворот, разработана и применяется принципиально новая ветровая роторная турбина ВРТБ «windrotor Volotov». Она имеет кольцевой направляющий аппарат и расположенный внутри его ротор, образующие «модули» турбины, устанавливаемые друг на друга для получения необходимой мощности.

Ветровая роторная турбина ВРТБ:

- отсутствие зависимости работы турбины от направления ветра;
- использование энергии малых и высоких скоростей ветра, порывов и пульсаций любого направления;
- направляющий аппарат, обеспечивает концентрацию энергии ветра на лопатках ротора турбины;
- диаметр, высота и количество модулей турбины подбираются для получения требуемой мощности и электроэнергии в соответствии со свойствами ветра в месте её размещения;
- роторы турбины, расположенные в разных по скорости и направлению зонах воздушного потока могут иметь независимое вращение ротора и статора генератора в противоположных направлениях, что обеспечивает высокий коэффициент использования энергии ветра;
- оригинальные электрогенераторы с возможностью одновременного встречного вращения ротора и статора обеспечивают выход на номинальное напряжение сети при низких скоростях ветра;
- визуально спокойный и безопасный источник электроэнергии, отсутствие наружных вращающихся частей, шума, раздражающего зрительного воздействия, помех средствам связи;
- возможность плотного размещения на территории в любом пространственном положении, эффективное использование площади и энергии «месторождений ветровой энергии»;
- широко распространенные конструкционные материалы, простая технология изготовления, сборки и установки.

Отработка аэродинамических и энергетических характеристик модулей турбин производится с использованием стационарных и мобильных стендов в свободном воздушном пространстве, где достоверно имитируются реальные рабочие режимы.

Испытания показывают, что турбины ВРТБ обладают высокими энергетическими характеристиками и способны устойчиво работать на малых и высоких скоростях воздушного потока (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 - Ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ)

Для обеспечения бесперебойного электроснабжения автономных потребителей источники электрической энергии, работающие с использованием энергии ветра должны иметь аккумуляторы или/и работать в комплексе с другими источниками энергии.

Территория Республики Казахстан в достаточной степени обеспечена энергией Солнца, что определяет перспективность солнечной энергетики.

Суммарный годовой потенциал солнечной энергии на территории Казахстана оценивается в 340 млрд. тонн условного топлива.

Использование энергии Солнца эффективно в сочетании с использованием энергии ветра.

В результате синэнергетического эффекта ВРТБ, фотоэлектрические преобразователи и аккумуляторная батарея, работающие на шины постоянного тока обеспечивают стабильную выработку и поставку энергии потребителям в переменных погодных условиях.

Среднедневные суммы солнечной радиации имеют ярко выраженный максимум в летнее время, тогда как средняя дневная скорость ветра имеет в летние месяцы снижение и повышается в зимние и весенне-осенние периоды. Сложение двух энергий обеспечивает постоянство средне-суточной и средне-годовой выработок энергии.

Комплексная энергетическая система ВРТБ (КЭС ВРТБ):

-реализует синергетический эффект «ветер+солнце», имеет высокий уровень современной автоматизации при выработке энергии стандартного качества и распределении энергии потребителям, а также защиты в экстремальных условиях;

-обеспечивает унифицированный ряд параметров оборудования для получения необходимой мощности в конкретных условиях по среднегодовым значениям скорости ветра и солнечного сияния.

2.1 Расчетная часть выбора ВРТБ

Расчет энергии ветра.

Рассчитаем потенциал ветра, а также вырабатываемую мощность ВРТБ с учетом ее ометаемой площади поверхности (рисунок 2.2).

Для этого найдем количество часов в году соответствующей скорости ветра (таблица 2.1). Затем рассчитаем потенциал по формуле:

$$P_g = 0,5 \cdot 1,223 \cdot U^3. \quad (2.1)$$

После полученных результатов вычислим мощность ВРТБ с учетом потенциала ветра:

$$P_{ВРТБ} = \left(\frac{P_g \cdot 16}{1000} \right) \cdot 0,35. \quad (2.2)$$

Таблица 2.2 - Данные по погранзаставе "Достык"

время суток	скорость ветра, м/с	потенциал ветра, кВт	P (ВРТБ), кВт
1	12,925883	1321	7,3955
2	12,58196667	1218	6,8207
3	12,8704	1304	7,3006
4	12,19925	1110	6,2170
5	12,14376667	1095	6,1326
6	12,13271667	1092	6,1159
7	11,7277833	986	5,5237
8	11,89973333	1030	5,7703
9	13,23093333	1416	7,9315
10	13,28086667	1432	8,0217

11	11,8831	1026	5,7461
12	11,9441	1042	5,8351
13	11,30623333	884	4,9492
14	9,780923333	572	3,2042
15	7,384746667	246	1,3791
16	7,601066667	269	1,5039
17	7,523413333	260	1,4582
18	7,92832	305	1,7066
19	8,466346667	371	2,0781
20	8,898986667	431	2,4133
21	11,10655	838	4,6916
22	12,06058333	1073	6,0074
23	8,59135	388	2,1715
24	11,94966667	1043	5,8432

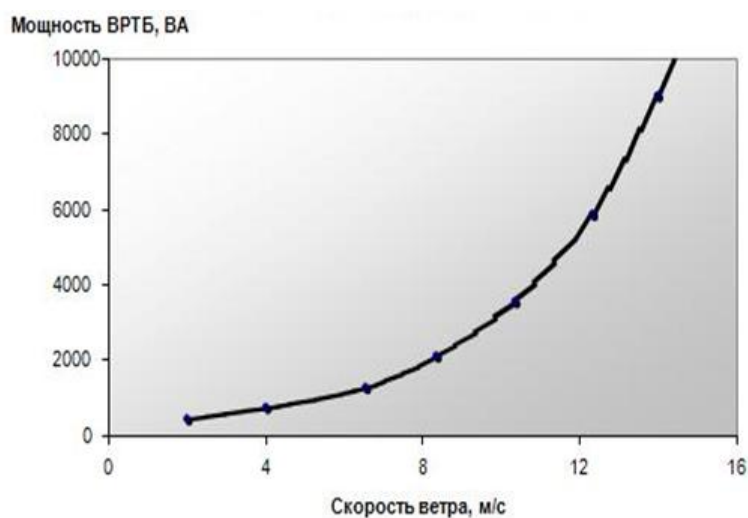


Рисунок 2.2 – Зависимости мощности ВРТБ от скорости ветра

Рассчитаем количество ВРТБ:

$$N = \frac{P_{ВРТБ}}{P_{нагр}} = \frac{184,28}{116,2171} = 1,58 \approx 2. \quad (2.3)$$

Расчет энергии солнца.

Таблица 2.3 – Исходные данные

Название	Величина	Значение	Ед. измерения
Склонение Солнца (нач.)	δ_0	45	градусы
Склонение Солнца (расч)	δ	-40,82	градусы
Продолжительность солнечного дня	T_c	4,85	часы
Солнечная радиация (макс)	R_{hmax}	700	Вт/м ²
Солнечная радиация (расч)	R_h	422,58	Вт/м ²

Расчет длительности дня.

Расчет производим по следующим формулам. Склонение Солнца δ в данные сутки n определяется по формуле Купера:

$$\delta = \delta_0 \times \sin(360 \times (284+n)/365), \quad (2.4)$$

где $\delta_0 = +23^\circ 27' = 23,45^\circ$ для северного полушария;

n - номер суток сначала года.

Продолжительность солнечного дня в данные сутки в точке A – T_c (таблица 2.3) рассчитываем по формуле:

$$T_c = 2/15 \times (\arccos[-\operatorname{tg}\varphi_0 \times \operatorname{tg}\delta]). \quad (2.5)$$

Таблица 2.4 - Расчет склонения Солнца и длительности светового дня

Номер дня	δ (градусы)	T_c (часы)
15	-40,82	4,85
45	-26,14	8,37
74	-5,41	11,32
105	18,07	14,36
135	36,06	17,70
166	44,74	21,00
196	41,29	19,33
227	26,45	15,69
258	4,25	12,53
288	-18,42	9,59
319	-36,74	6,12
349	-44,78	2,97

Расчет изменения мощности потока солнечной радиации.

Расчетные соотношения (таблица 2.4):

$$R_h = R_{hmax} \times \sin(180 \times t / T_c). \quad (2.6)$$

Таблица 2.5 - Примерный расчет суммарной солнечной радиации

Местное время	t (часы)	t_a (часы)	R_h ((Вт/м ²)*ч)
1			
2			
3			
4			

5			
6			
7			
8		8,25	
9	1	9,25	422,58
10	2	10,25	673,78
11	3	11,25	651,72
12	4	12,25	365,34
13	5	13,25	-69,21
14	6	14,25	-475,69
15	7	15,25	-689,24
16	8	16,25	-623,27
17	9,16	17,47	
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Итого			256,0222563

Нахождение месячной солнечной энергии.

Таблица 2.6 – Активность солнечной энергии за год

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Номер	5	5	4	105	135	166	196	227	258	288	319	349
Дней	1	8	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
с	4,85	8,37	11	14,3	17,7	21,0	19,3	15,6	12,53	9,59	6,12	2,97
1	422	256	191	151	123	104	113	139	173	225	343	609
2	673	477,	368	296	243	26,2	223	272	336	426	599	598
3	651,72	631,92	517,61	427,11	355,32	303,66	327,92	395,75	478,25	582,53	699,68	22,17
4	65,3	98,32	26,88	37,29	56,21	94,26	23,66	2,71	90,11	76,46	19,75	620,46
5	69,21	667,47	688,22	621,85	542,77	476,05	508,24	589,57	665,08	698,40	379,90	586,90
6	475,69	543,68	696,93	676,78	612,28	547,21	579,43	652,86	698,45	646,02	42,04	44,32
7	689,24	344,17	652,35	699,45	662,56	606,15	635,34	690,05	688,15	524,89	306,68	630,41
8	623	96,74	557,88	688,79	692,03	651,55	674,51	699,65	634,82	347,91	-576	
9		164,	420,	645,	699,	682,	695,	681,	541,	133,		

		16	76	29	76	41	91	28	80	90		
10			251, 46	571, 04	685, 50	698, 03	698, 97	635, 67	414, 89			
11				469, 57	649, 72	698, 06	683, 60	564, 64	262, 04			
12				345, 72	593, 52	682, 50	650, 22	471, 04				
13					518, 69	651, 71	599, 71					
14						606, 36						
Ито го (де нь)	256, 02	3552 ,29	4972 ,57	6131 ,37	6835 ,21	7308 ,54	6814 ,32	6295 ,46	5483 ,75	4262 ,02	1801 ,43	653, 78
Ито го (ме сяц)	7936 ,69	99 464, 17	154 149, 63	183 941, 24	211 891, 60	219 256, 15	211 243, 96	195 159, 27	164 512, 38	132 122, 74	54 042, 79	20 267, 07

Выбор фотоэлектрической панели.

$$\mathcal{E}_\phi = \sum \mathcal{E} \cdot \eta, \quad (2.7)$$

где η - коэффициент полезного действия фотоэлектрической панели.

Таблица 2.7 – Расчет количества и мощности солнечных панелей

Название	Величи на	Размерн ость	Велич ина	Размерн ость	Комментарий
Среднегодовая выработка (день)	4530,56	кВт·ч/м 2	4,53	кВт·ч/м 2	в течение солнечного дня
Необходимая выработка (день)	73700	Вт·ч	73,7	кВт·ч	
Длина модуля	1850	мм	1,85	м	
Ширина модуля	1000	мм	1	м	
Площадь модуля	1850000	мм ²	1,85	м ²	
Ки модуля	0,15		15	%	
Количество модулей	59				с округлением до большого целого числа
Годовая выработка	27074,4 7814	кВт·ч			

Выбираем солнечные панели Astana Solar (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Солнечные батареи фирмы Astana Solar

Построим диаграмму, показывающую степень перекрытия потребляемой мощности с помощью ВРТБ (рисунок 2.4).

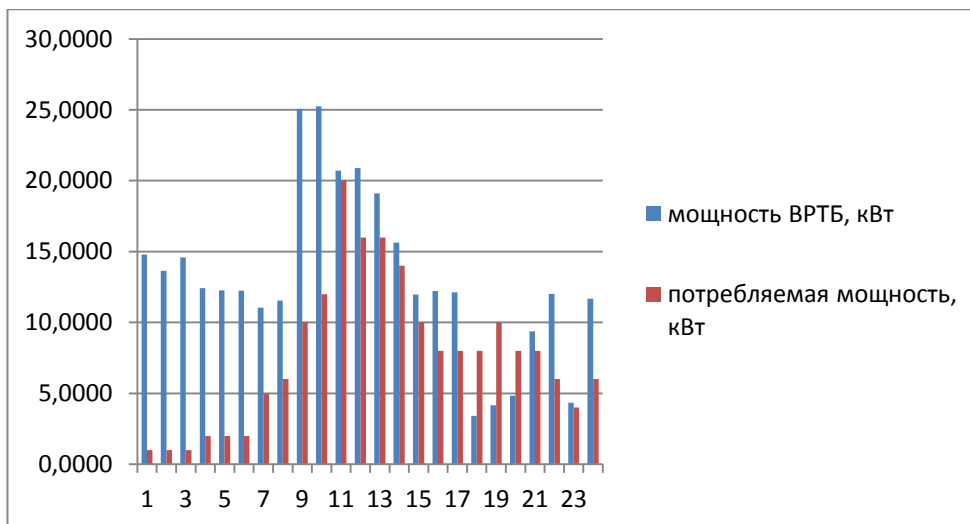


Рисунок 2.4 - Диаграмма графиков нагрузок

2.2 Проблема бесперебойного обеспечения потребителя энергией от ВИЭ

В удовлетворении потребностей человека за счет ВИЭ существует проблема перераспределения получаемой от них энергии во времени, что вызывает неравномерность графика производства, производимой энергии. А в

свою очередь неравномерность график потребления энергии вызывает несогласование этих процессов. Существует несколько способов обеспечения согласования процесса производства и перераспределения, производимой энергии от ВИЭ:

- недоиспользование энергии возобновляемых источников путем сброса излишков при превышении производства над потреблением;

- накопление излишков энергии в периоды максимума прихода ВИЭ и отдача в периоды минимумов, т.е. использование принципа аккумуляирования;

- подстраивание процесса потребления под процесс производства.

Первый способ управления хоть и является простым и дешевым, но было бы расточительно безвозвратно терять существующий поток ВИЭ. Третий способ управления предполагает создание специальных типов нагрузок, имеющих обратную связь. Это возможно при наличии у потребителя нескольких видов нагрузки разной категории (секционирование нагрузки). Второй способ управления не предъявляет специальных 36 требований ни к нагрузке, ни к энергоустановке, так как система аккумуляирования может принимать на себя все колебания. Особенно эффективен этот метод при использовании ВИЭ с большими пульсациями прихода энергии во времени.

Аккумуляирующая система (АС) является частью системы энергоснабжения, она должна работать как в нормальных режимах - заряда, хранения, разряда, так и аварийных, т.е. при резких сбросах, набросах нагрузки, качаниях и отключениях генерирующих мощностей и т.д. В аварийных режимах АС должна достаточно быстро выдавать или потреблять требуемое количество энергии и обладать достаточной маневренностью и аварийной емкостью для демпфирования колебаний нагрузки. Маневренностью АС считается время переключения из режима заряда в режим разряда и наоборот. КЭС ВРТЬ для обеспечения бесперебойного питания потребителя использует второй способ обеспечения согласования производства и потребления энергии от ВИЭ, то есть использование накопителей энергии – аккумуляторных батарей. Однако возникает вопрос – какие же аккумуляторные батареи лучше всего подходят для этих целей.

Задачей данной диссертационной работы является определение оптимального типа аккумуляторных батарей, режима их заряда-разряда и выбор количества для бесперебойного питания нагрузки.

2.3 Аккумуляторы

Основное потребление происходит утром и вечером. Между этими основными пиками существует интервал в 19 часов. Рассчитаем количество аккумуляторных батарей:

$$F_p = \frac{P}{U} = \frac{40 \cdot 10^3}{12} = 3,3 \cdot 10^3 \text{ A} \cdot \text{ч}, \quad (2.8)$$

где P – мощность воздушного потока;
U – напряжение аккумулятора.

$$K = F_p \cdot k = 3,3 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 4 \cdot 10^3 \text{ A} \cdot \text{ч}, \quad (2.9)$$

где k – коэффициент заряда аккумулятора.

$$N = \frac{K}{E} = \frac{4 \cdot 10^3}{200} = 20. \quad (2.10)$$

где N – количество аккумуляторов;
E – емкость аккумулятора.

Увеличение суммарной емкости батарей достигается параллельным подключением дополнительного комплекта аккумуляторов. При этом надо учитывать, что аккумуляторы должны быть одной и той же марки, модели, а также с одинаковым сроком использования (рисунок 2.5).

В нашем случае нагрузка составляет 184,28 кВт. Необходимо покрыть дефицит энергии 13,58 кВт в день, т.е. выбранного количества аккумуляторов будет достаточно.

Выбираем аккумуляторы фирмы АГАРА ЭНЕРГИЯ 6-GFM 200 12V (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Основные характеристики

Технология	AGM
Напряжение	12 В
Емкость	1.2 - 200 Ач
Количество циклов D.O.D 60%	400
Рекомендуемое время разряда	10 мин - 5 ч
Диапазон рабочих	от -40°C до +50°C (оптимально)

температур	+20°C)
Срок службы (при t=+20°C)	не менее 5 лет



Рисунок 2.5 – Внешний вид аккумуляторной батареи 6-GFM 200 12V

2.4 Инвертор

Для максимального потребления электроэнергии в пиковые моменты устанавливаем инвертор 20 кВт. Он сможет обеспечить постоянную нагрузку 20 кВт и пусковые токи до 30 кВт (150% нагрузка).

Выбираем инвертор Alt-is DS43-324.

Технические характеристики инвертора Alt-is DS43-324:

- модель: DS;
- емкость: 360V;
- эффективная передача от постоянного тока к переменному: 80%~95%;
- выходной сигнал: Чистая синусоида;
- выход напряжения: 220VAC/230VAC/240VAC \pm 0,5% или 120V; переменного тока \pm 0,5% для опций;
- выходной частоты: 50HZ - 60HZ;
- батарея с разъемом под интерфейс: 333 режим;
- номинальная температура: 0°C~45°C;
- предельная температура: -10°C~70°C;
- номинальная влажность: 20% ~ 85% без конденсации;

- предельная влажность: 10% ~ 90% без конденсации;
- мощность: NORMAL/BACK UP/AULT;
- дисплей с индикатором емкости батареи;
- встроенный информационный дисплей;
- защита: от перенапряжения, пониженного напряжения, перегрузки и короткого замыкания;
- размеры: 553x260x523 (мм);
- масса (кг): 125.

Дополнительное оборудование:

АВР в данном случае не нужен, т.к. нет основной сети, а коммутацию с дизельным генератором (или бензиновым) можно производить посредством перекидного рубильника.

А вот дизельный генератор на 250 кВт в нашем случае не помешает – его можно использовать как резервное питание при полном отсутствии ветра.

Выбираем дизельную электростанцию АД200 (АД-200) (таблица 2.8).

Таблица 2.9 - Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Номинальная мощность (длительная), кВт/кВА	250
Максимальная часовая мощность, кВт/кВА	275
Род тока	переменный трехфазный
Номинальное напряжение, В	400
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный коэффициент мощности	0,8
Номинальный ток, А	360
Частота вращения вала двигателя, мин-1	1500
Заправочные емкости, л:	
Система топливопитания	400
Система охлаждения	60
Система смазки	32
Расход топлива при 100 % нагрузки, л	55,7

Для полного энергообеспечения (рисунок 2.6) объекта нам необходимо 20 аккумуляторных батарей 12В с емкостью 200Ач, инвертор 12 кВА, дизельная электростанция на 250 кВт.

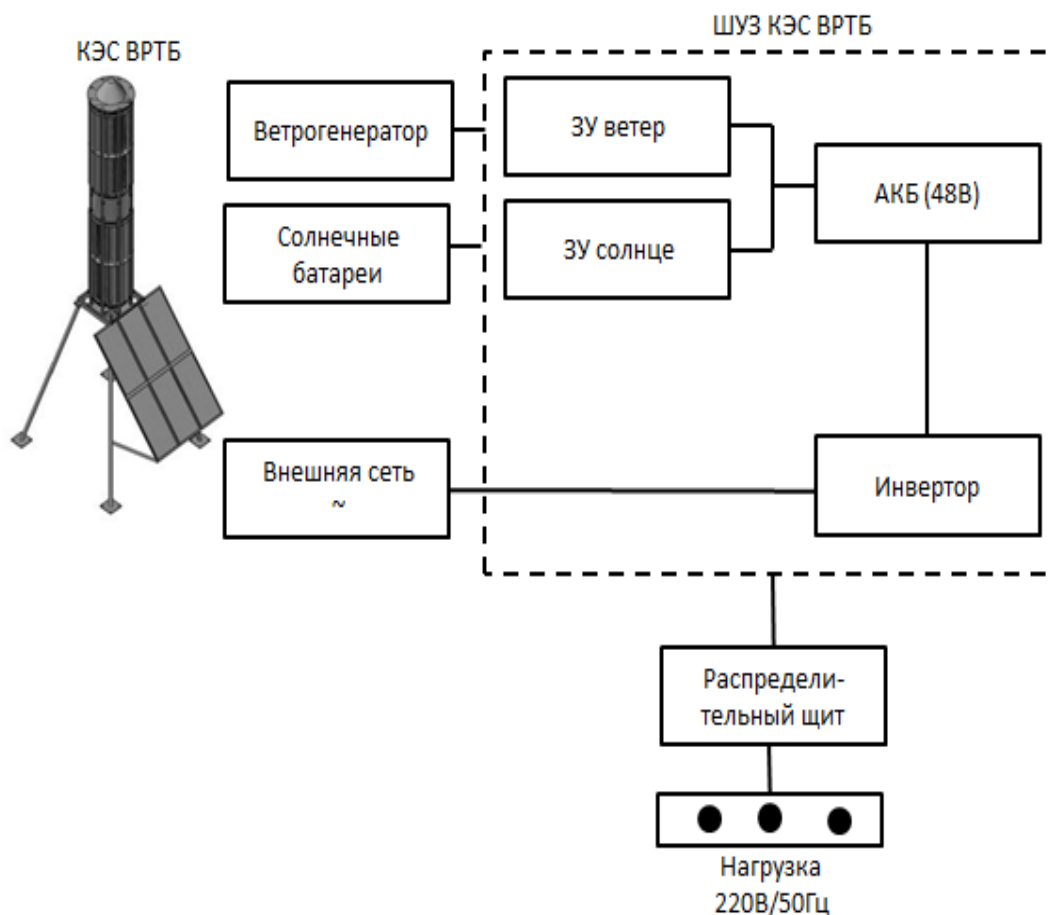


Рисунок 2.6 - Структурная схема системы автономного электроснабжения

3 Определение экономической эффективности электроснабжения погранзаставы

3.1 Цели разработки проекта

Исследуются два варианта электроснабжения погранзаставы:

- подстанция КТПС-250 и ЛЭП – 35 кВ (20км);
- ВРТБ Болотова (10 кВт) и кабельная линия 0,4 кВ.

Потребители объекта – жилые и административные здания, отделение сигнализации и наблюдения прилегающей территории, отсутствие тяжелой промышленности. Максимальная нагрузка - 49,44 кВт.

Прилегающая территория характеризуется открытыми пространствами, большими и сильными порывами ветра, среднегодовая скорость ветра – 7,8 м/с.

Экономическая эффективность сравниваемых вариантов определяется методом минимальных приведенных затрат:

$$ПЗ = E_n \cdot K + И, \quad (3.1)$$

где E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, равный 0,15;

K – капитальные вложения в объект;

$И$ – эксплуатационные издержки.

3.2 Расчет приведенных затрат по первому варианту

Определение капитальных вложений в строительство подстанции КТПС-250.

Капитальные затраты на сооружение подстанции определяются составом оборудования:

$$K_{П/СТ} = \sum K_i \cdot \alpha_p, \quad (3.2)$$

где K_i - расчетная стоимость КТПС -250, по каталогу НВАЭНЕРГОПРОМ составляет 1590000 тенге;

α_p - коэффициент, учитывающий район сооружения, для степной местности равен 1,2.

$$K_{П/СТ} = 1590000 \cdot 1,2 = 1908000 \text{ тенге.}$$

Определение капитальных вложений в строительство прилегающих сетей.

Стоимость сооружения ЛЭП определяется основными ее параметрами: напряжением, типом опор, маркой проводов и конструкцией фазы, районом строительства, характеристикой трассы и климатическими условиями и рассчитывается по выражению:

$$K_{ЛЭП} = k_{уд} \cdot L \cdot \alpha_{нв} \cdot \alpha_p + \Delta K_{д.гр.} + n_{р.б.} \cdot K_{р.б.} + K_{св.} \quad (3.3)$$

где $K_{уд.i}$ - удельные показатели стоимости 1 км линии, соответствующие уровню напряжения и количеству цепей, а также учитывающий определенные условия прохождения трассы (по равнине, лес - не более 10% от длины трассы, доставка грузов до трассы - не более 20 км и развозка оборудования по

трассе - не более 10 км), по данным каталога АСПМК-519 составляет 2184000 тенге;

L - длина линии, в нашем случае 20 км;

$\alpha_{нв}$ - поправочный коэффициент, учитывающий скоростной напор ветра, $\alpha_{нв} = 1$ (справочные данные) ;

a_p - коэффициент, учитывающий район прохождения трассы, для степной местности $a_p = 1,2$;

$\Delta K_{дтр}$ - затраты, учитывающие доставку грузов к линии, $\Delta K_{дтр} = 8736000$ тенге;

$n_{р.б.}$ - количество ремонтных баз вдоль линии, $n = 4$;

$K_{р.б.}$ - затраты на создание и оснащение одной ремонтной базы, $K_{р.б.} = 218400$ тенге;

$K_{св.}$ - затраты на создание линий связи вдоль ЛЭП, $K_{св.} = 182000$ тенге.

В расчете затраты на создание и оснащение ремонтных баз, а также на создание линий связи принимаются в размере 10%.

$$K_{ЛЭП} = 2184000 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 1,2 + 8736000 + 4 \cdot 218400 + 182000 = 62207600 \text{ тенге.}$$

Стоимость сооружения КЛ определяется как:

$$K_{КЛ} = k_{уд} \cdot L_{КЛ}, \quad (3.4)$$

где $k_{уд}$ - удельные капитальные затраты на сооружение кабельных линий, учитывающие затраты на кабель, оборудование, строительно-монтажные работы, специальные переходы, разборку и восстановление асфальтобетонных покрытий, $k_{уд} = 4000$ тенге на 1 метр кабеля;

$L_{кл}$ - протяженность кабельной сети, $L_{кл} = 1000$ метров.

$$K_{КЛ} = 4000 \cdot 1000 = 4000000 \text{ тенге.}$$

Все расчеты капиталовложений в линии электропередач сводятся в форму таблицы 3.1.

Т а б л и ц а 3 . 1 – Капитальные вложения в ЛЭП

Линия	Общая длина линии, км	Стоимость одного км. длины линии, млн.тенге.	Общая стоимость линии, млн.тенге. (с учетом рем.баз и линий связи)
ВЛ 35	20	2,184	62,2076
КЛ	1	4	4
Итого	21	6,184	66,2076

Общие капитальные вложения в строительство энергообъекта составят:

$$K_{ЭС} = K_{п/ст} + K_{ЛЭП}. \quad (3.5)$$

$$K_{ЭС} = 1908000 + 66207600 = 68115600 \text{ тенге.}$$

3.3 Определение ежегодных издержек по подстанции КТПС-250 и ЛЭП 35 кВ

Издержки производства п/ст и прилегающих сетей связаны с затратами на содержание подстанции, распределительных устройств и линий электропередач.

Кроме того, передача и распределение электроэнергии связаны с частичной потерей ее при транспортировке по линиям электропередач и трансформации. Поскольку такие потери связаны с процессом передачи, то их стоимость включается в состав ежегодных издержек:

$$I_{перед} = I_{экс} + I_{пот}. \quad (3.6)$$

где $I_{экс}$ - суммарные затраты электросетевых хозяйств энергосистемы на ремонтно-эксплуатационное обслуживание сетей, тенге./год;

$I_{пот}$ - суммарная стоимость потерь в сетях системы, тенге./год.

Расчет затрат электросетевых хозяйств на ремонтно-эксплуатационное обслуживание сетей.

$$I_{экс} = I_{ам} + I_{об/рем}. \quad (3.7)$$

где $I_{ам}$ - ежегодные издержки на амортизацию (реновацию), тенге/год;

$I_{об/рем}$ - издержки на обслуживание и ремонты (капитальный и текущие), тенге/год.

Амортизационные издержки:

$$I_{ам} = \frac{\alpha_{ам}}{100} \cdot K, \quad (3.8)$$

где $\alpha_{ам}$ - нормы отчислений на амортизацию, %/год;

Амортизационные издержки КТПС-250:

$$I_{ам1} = 10/100 \cdot 1908000 = 190800 \text{ тенге.}$$

Амортизационные издержки ЛЭП-35 кВ:

$$I_{ам2} = 4/100 \cdot 66207600 = 2648304 \text{ тенге.}$$

Общие амортизационные издержки:

$$I_{\text{ам}} = I_{\text{ам1}} + I_{\text{ам2}} = 190800 + 2648304 = 2839104 \text{ тенге.} \quad (3.9)$$

Издержки на обслуживание и ремонты:

$$I_{\text{об/рем}} = \frac{\alpha_{\text{об/рем}}}{100} \cdot K_{\text{ЭС}}, \quad (3.10)$$

где $\alpha_{\text{об/рем}}$ - нормы отчислений на обслуживание электрических сетей и ремонты, %/год.

$$I_{\text{об/рем}} = 5/100 \cdot 68115600 = 3405780 \text{ тенге.}$$

$$I_{\text{экс}} = 2839104 + 3405780 = 6244884 \text{ тенге.}$$

Определение издержек, связанных с потерями энергии.

Издержки на потерю энергии рассчитываются по выражению:

$$I_{\text{пот}} = \Delta \mathcal{E} \cdot C_{\text{пот.}} \cdot K_{\text{цен.}} \quad (3.11)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ - величина потерь энергии;

$C_{\text{пот.}}$ - стоимость 1 кВт-ч потерянной энергии.

Годовые потери энергии в ЛЭП:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_{\text{max}} \cdot \tau. \quad (3.12)$$

где ΔP_{max} - потери мощности при максимальной нагрузке;

τ - годовое время максимальных потерь.

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_{\text{max}} \cdot \tau. \quad (3.13)$$

Потери мощности при максимальной нагрузке определяются по выражению:

$$\Delta P_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{U^2} \cdot \rho \cdot L, \quad (3.14)$$

где S_{max} - мощность, передаваемая по ЛЭП при максимальной нагрузке;

U - напряжение линии, 35 кВ;

ρ - удельное активное сопротивление линии 35 кВ, равное 0,33 Ом·м;

L - длина линии, равная 20 км.

$$\Delta P_{\max} = \frac{210,65^2}{35^2} \cdot 0,33 \cdot 20 = 239.$$

$$\Delta \mathcal{E} = 239 \cdot 850 = 203212,2 \text{ часов.}$$

$$I_{\text{пот}} = 203212,2 \cdot 13,56 \cdot 1,12 = 3086224,32 \text{ тенге.}$$

Таким образом, потери при передачи энергии будут равны:

$$I_{\text{перед}} = 6244884 + 3086224,32 = 9331108,32 \text{ тенге.}$$

3.4 Расчет приведенных затрат по второму варианту

Капитальные затраты на сооружение ВРТБ Болотова:

$$K_{\text{П/СТ}} = \sum K_i \cdot \alpha_p, \quad (3.15)$$

где K_i - расчетные стоимости ВРТБ, согласно каталогу ЭкоЭнергоМаш составляет 5460000 тенге;

α_p - коэффициент, учитывающий район сооружения, для степной местности равен 1,2.

$$K_{\text{П/СТ}} = 5460000 \cdot 1,2 \cdot 2 = 13104000 \text{ тенге.}$$

Определение капитальных вложений в строительство кабельной линии.

Стоимость сооружения КЛ считаем согласно формуле 3.4:

где $k_{\text{уд}} = 4000$ тенге на 1 метр кабеля;

$L_{\text{кл}} = 1000$ метров.

$$K_{\text{КЛ}} = 4000 \cdot 1000 = 4000000 \text{ тенге.}$$

Общие капитальные вложения в строительство энергообъекта составят:

$$K_{\text{ЭС}} = K_{\text{П/СТ}} + K_{\text{КЛ}}. \quad (3.16)$$

$$K_{\text{ЭС}} = 13104000 + 4000000 = 17104000 \text{ тенге.}$$

3.5 Определение ежегодных издержек ВРТБ-250 и кабельной линии 0,4 кВ

Расчет затрат электросетевых хозяйств на ремонтно-эксплуатационное обслуживание сетей.

$$I_{\text{экс}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{об/рем}} \quad (3.17)$$

где $I_{\text{ам}}$ - ежегодные издержки на амортизацию (реновацию), тенге/год:

$I_{\text{об/рем}}$ - издержки на обслуживание и ремонты (капитальный и текущие), тенге/год.

$$I_{\text{ам}} = \frac{\alpha_{\text{ам}}}{100} \cdot K, \quad (3.18)$$

где $\alpha_{\text{ам}}$ - нормы отчислений на амортизацию, %/год.

$$I_{\text{об/рем}} = \frac{\alpha_{\text{об/рем}}}{100} \cdot K_{\text{ЭС}}, \quad (3.19)$$

где $\alpha_{\text{об/рем}}$ - нормы отчислений на обслуживание электрических сетей и ремонты, %/год.

Амортизационные издержки ВРТБ Болотова:

$$I_{\text{ВРТБ}} = 10/100 \cdot 13104000 = 1310400 \text{ тенге.}$$

Амортизационные издержки кабельной линии 0,4 кВ:

$$I_{\text{каб}} = 5/100 \cdot 4000000 = 200000 \text{ тенге.}$$

Общие амортизационные издержки:

$$I_{\text{каб}} = I_{\text{ВРТБ}} + I_{\text{каб}} = 1310400 + 200000 = 1510400 \text{ тенге.} \quad (3.20)$$

Издержки на обслуживание и ремонты:

$$I_{\text{об/рем}} = 5/100 \cdot 17104000 = 855200 \text{ тенге.}$$

$$I_{\text{экс}} = 1510400 + 855200 = 2365600 \text{ тенге.}$$

Рассчитаем экономическую эффективность по методу минимальных приведенных затрат (формула 3.1):

$$ПЗ1 = 0,15 \cdot 68115600 + 9331108,32 = 19548448,32 \text{ тенге,}$$

$$ПЗ2 = 0,15 \cdot 17104000 + 2365600 = 4931200 \text{ тенге.}$$

Второй вариант экономически выгоден.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Разработка генплана предприятия с учетом санитарных и экологических требований

При разработке генерального плана проектируемого предприятия согласно СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий» предусматривается:

- построение розы ветров и выбор господствующего направления ветра;
- выбор площадки расположения предприятия и установление размеров санитарно-защитной зоны;
- размещение производственных зданий, установление размеров противопожарных и санитарных разрывов между зданиями и сооружениями;
- проезды, въезды в цеха и другие дороги, устраиваемые по производственной необходимости;
- ограждение территории, размещение мест въезда и выезда, а также выхода и входа рабочих на производственную территорию;
- элементы благоустройства территории и озеленение, прокладка кабельных линий.

Построение розы ветров.

Размещение объектов на генеральном плане предприятия производится с учетом направления, продолжительности и силы ветра, чтобы при пожаре исключить перенос огня на соседние здания. Кроме того, при правильной ориентировке зданий по направлению господствующего ветра создаются благоприятные условия для защиты от производственных вредностей (рисунок 4.2).

В данной дипломной работе рассмотрены направление и сила ветра в районе населенного пункта «Достык». Подсчитываем процентное соотношение от общего годового числа дней (Таблица 4.1).

По полученным данным строим розу ветров, которая выражается диаграммой (рисунок 4.1). Аналогично строим розу ветров по силе ветра (рисунок 4.2).

Таблица 4.1 – Данные для построения розы ветров по повторяемости

НАПРАВЛЕНИЕ	Количество дней в году	%
С	4	1,1
ССВ	5	1,4
СВ	22	6
ВС	40	11
В	9	2,5
ВВЮ	7	2
ЮВ	9	2,5
ЮЮВ	13	3,6
Ю	12	3,3
ЮЮЗ	9	2,5
ЮЗ	5	1,4
ЗЗЮ	5	1,4

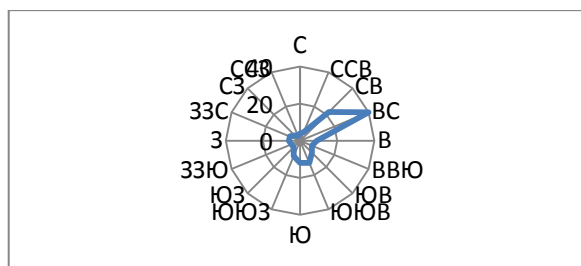


Рисунок 4.1 – Диаграмма розы ветров

Таблица 4.2 – Данные для построения розы ветров по повторяемости

С	4,66
ССВ	4,7
СВ	4,7
ВС	4,8
В	4,7
ВВЮ	4,7
ЮВ	4,75
ЮЮВ	4,74
Ю	4,68
ЮЮЗ	4,72
ЮЗ	4,68
ЗЗЮ	4,68
З	4,67
ЗЗС	4,66
СЗ	4,66
ССЗ	4,66

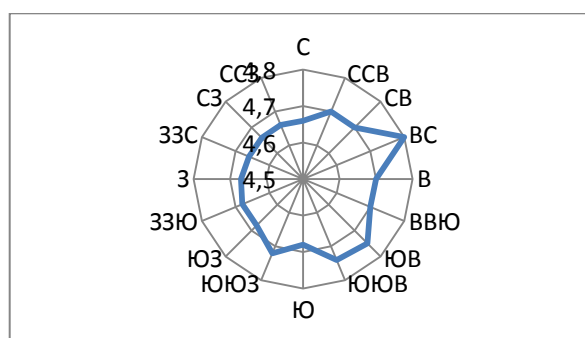


Рисунок 4.2 – Диаграмма силы ветра

Господствующее направление ветра – восточно-северное.

Проектирование генерального плана.

На генеральный план здания наносят все здания и сооружения, а также железные и автомобильные дороги. Масштаб генерального плана 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 (ГОСТ 21.108-78).

Проектирование генерального плана начинаем с определения положения всех сооружений и устройств, расположения подъездных путей и включает вопросы обеспечения безопасности движения людских потоков,

соблюдение противопожарных разрывов и возможности объезда транспорта вокруг зданий на случай пожара.

Площадь промышленного предприятия определяется по формуле:

$$S = (N \cdot a + b) \cdot \mu, \quad (4.1)$$

где N – число работающих на данном предприятии;

a – площадь застройки, приходящаяся на одного работающего (15-20 м² на чел);

b – площадь, занятая транспортными путями, м²;

μ – коэффициент занятости площадки (0,35-0,5).

При разработке генерального плана предприятия были предусмотрены противопожарные и санитарные разрывы. При этом величина санитарного разрыва между отдельными корпусами – не менее 12 м.

Расчетная часть.

В данной дипломной работе рассматриваются жилые здания, поэтому величиной b – площадь, занятая транспортными путями, можно пренебречь.

1) КПП:

$$S_H = (2 \cdot 15) \cdot 0,35 = 10,5 \text{ м}^2 < S_P = 14,75 \text{ м}^2.$$

2) Смотровая площадка:

$$S_H = (50 \cdot 15) \cdot 0,35 = 262,5 \text{ м}^2 < S_P = 302 \text{ м}^2.$$

3) Спортивная площадка:

$$S_H = (30 \cdot 15) \cdot 0,35 = 157,5 \text{ м}^2 < S_P = 216 \text{ м}^2.$$

4) Казарма, медпункт:

$$S_H = (80 \cdot 15) \cdot 0,5 = 600 \text{ м}^2 < S_P = 1663 \text{ м}^2.$$

5) Актовый зал:

$$S_H = (70 \cdot 15) \cdot 0,5 = 525 \text{ м}^2 < S_P = 990 \text{ м}^2.$$

6) Столовая:

$$S_H = (60 \cdot 15) \cdot 0,5 = 450 \text{ м}^2 < S_P = 1080 \text{ м}^2.$$

7) Гараж со складом ГСМ:

$$S_{\text{н}}=(5 \cdot 15) \cdot 0,35=26,25\text{м}^2 < S_{\text{р}}=184\text{м}^2.$$

8) Складское помещение:

$$S_{\text{н}}=(1 \cdot 15) \cdot 0,35=5,25\text{м}^2 < S_{\text{р}}=84\text{м}^2.$$

9) Дом офицеров:

$$S_{\text{н}}=(20 \cdot 15) \cdot 0,5=150\text{м}^2 < S_{\text{р}}=720\text{м}^2.$$

10) Отделение сигнализации и связи:

$$S_{\text{н}}=(10 \cdot 15) \cdot 0,5=75\text{м}^2 < S_{\text{р}}=293\text{м}^2.$$

11) Кинологическое отделение:

$$S_{\text{н}}=(2 \cdot 15) \cdot 0,35=10,5\text{м}^2 < S_{\text{р}}=45\text{м}^2.$$

12) Прачечная:

$$S_{\text{н}}=(8 \cdot 15) \cdot 0,35=42\text{м}^2 < S_{\text{р}}=160\text{м}^2.$$

13) Наблюдательный пост:

$$S_{\text{н}}=(1 \cdot 15) \cdot 0,35=5,25\text{м}^2 < S_{\text{р}}=9\text{м}^2.$$

14) Котельная:

$$S_{\text{н}}=(3 \cdot 15) \cdot 0,5=22,5\text{м}^2 < S_{\text{р}}=50\text{м}^2.$$

По условиям проведения расчетов видно, что расчетная площадь помещений больше нормированной, т.е. условия выполняются.

Санитарно-защитная зона.

Санитарно-защитная зона является обязательным элементом любого промышленного предприятия и других объектов, которые могут быть источниками химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровья человека.

Минимальные размеры санитарно-защитных зон по СНиП -245-71:

- предприятия первого класса - 1 000 м;
- предприятия второго класса - 500 м;
- предприятия третьего класса - 300 м;
- предприятия четвертого класса - 100 м;
- предприятия пятого класса - 50 м.

В границах санитарно-защитной зоны размещаем:

- сельхозугодья для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания;
- предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами
- меньшего класса опасности (вредности), чем основное производство;
- пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, площадки индивидуальной стоянки автомобилей и мотоциклов, автозаправочные станции, здания управления, конструкторские бюро, учебные заведения, поликлиники, магазины, научно-исследовательские лаборатории, связанные с обслуживанием данного предприятия;
- спортивно-оздоровительные сооружения для работников предприятия;
- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятий;
- сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта;
- местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения.

В дипломной работе рассматривается котельная – предприятие V класса. Санитарно-защитная зона – 50 м. На территории санитарно-защитной зоны размещены гараж со складом ГСМ, складское помещение, прачечная (согласно СНиП -275, 2009). Территория озеленена на 65%.

4.2 Расчет зануления электроустановки

Электродвигатель мощностью 8 кВт, $\cos\varphi=0,95$; $K_{и}=0,8$, $K_{п}=3$ запитывается от трансформатора подстанции мощностью 250 кВА(Δ/Y). Длина кабеля от подстанции до вводов цеха 20 м; от щитка до двигателя 44 м.

Номинальный ток электродвигателя:

$$I = \frac{1000 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (4.2)$$

$$I = \frac{1000 \cdot 8}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95} = 12.5 \text{ A.}$$

Сопротивления фазного и нулевого проводников:

$$R = \frac{\rho l}{S}, \quad (4.3)$$

$$R_{\phi 1} = \frac{0,028 \cdot 20}{2,5} = 0,224,$$

$$R_{\phi 2} = \frac{0,028 \cdot 44}{2,5} = 0,493,$$

$$R_{\phi \Sigma} = 0,224 + 0,493 = 0,717,$$

$$R_{n1} = \frac{0,028 \cdot 20}{2,5} = 0,224,$$

$$R_{n2} = \frac{0,028 \cdot 44}{2,5} = 0,493,$$

$$R_{n \Sigma} = 0,224 + 0,493 = 0,717.$$

Пусковой ток электродвигателя:

$$I_{\Pi} = K_{\Pi} \cdot I_{н\text{юм}}, \quad (4.4)$$

$$I_{\Pi} = 3 \cdot 12,8 = 38,4.$$

Номинальный ток плавкой вставки:

$$I_{\text{НПЛ.ВСТ}} = \frac{I_{\text{пускЭД}}}{K_T}, \quad (4.5)$$

$$I_{\text{НПЛ.ВСТ}} = \frac{38,4}{2,5} = 15,36.$$

Выбираем ближайшую стандартную плавку вставку на ток 25 А.

Ожидаемое значение тока короткого замыкания:

$$I_{\text{кз}} \geq 3I_{\text{НПЛ.ВСТ}}, \quad (4.6)$$

$$I_{\text{кз}} \geq 3I_{\text{НПЛ.ВСТ}} = 3 \cdot 25 = 75.$$

Плотность тока в нулевом и фазном проводнике:

$$\delta = \frac{I_{\text{НЭД}}}{S}, \quad (4.7)$$

$$\delta = \frac{12,8}{2,5} = 5,12 \text{ А/мм}^2.$$

Внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-нуль:

$$X_n = 0,6 \cdot 0,064 = 0,0384 \text{ Ом.}$$

Сопротивление петли фаза-нуль:

$$Z_{II} = \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_{II})^2}, \quad (4.8)$$
$$Z_{II} = \sqrt{(0,717 + 0,717)^2 + (0,001 + 0,001 + 0,0384)^2} = 1,44 \text{ Ом.}$$

Ток короткого замыкания:

$$I_{КЛ} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_1}{3} + Z_{II}}, \quad (4.9)$$
$$I_{КЛ} = \frac{220}{\frac{0,081}{3} + 1,44} = 149,7.$$

Проверка на условие надежного срабатывания защиты:

$$I_{КЗ} \geq 3 \cdot I_{НПЛ.ВСТ},$$
$$149,7 > 75 \text{ А,}$$

Напряжение прикосновения:

$$U_{np} = I_{КЗ} \cdot R_0 = 149,7 \cdot 0,493 = 73,8 \text{ В.}$$

Ток, проходящий через тело человека:

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_h} = \frac{73,8}{1000} = 73,8 \text{ мА.}$$

Ток короткого замыкания более чем в три раза превышает номинальный, т.е. при замыкании на корпус плавкая вставка перегорит за 5-7 с и отключит поврежденную фазу.

По расчетному номинальному току плавкой вставки к установке может быть принят предохранитель типа ППНИ-33 $I_{н.пл.вст} = 25 \text{ А}$ или выключатель АВВ S-208-25 $I_{н.авт} = 25 \text{ А}$.

4.3 Наружное освещение площадки

В данной курсовой работе используем метод коэффициента использования светового потока. В основе этого метода лежит выражение:

$$E = \frac{F \cdot \mu \cdot N \cdot n}{k \cdot S \cdot z}, \quad (4.10)$$

где E – освещенность, лк;

F – световой поток одной лампы, лм;

μ – коэффициент использования осветительной установки, %;

N – число светильников общего освещения;

n – число ламп в светильнике (для люминесцентных ламп);

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²;

z – поправочный коэффициент (отношение минимальной освещенности к средней горизонтальной).

Расчетные данные.

Тип источников света: белый светодиод.

Система и способ освещения: общее освещение, с равномерным расположением светильников на расстоянии 3-5 м друг от друга.

Нормируемая величина освещенности: 15 лк (работы, требующие общего наблюдения без выделения отдельных деталей).

Тип светильников: светодиодные лампы ЛЗ-28-120 (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Характеристика светодиодной лампы ЛЗ-28-120

Марка	ЛЗ-28-120
Потребляемая мощность, Вт	120
Напряжение питания, В	АС 220±10%
Угол раскрытия луча – эллиптический	135 ⁰ /90 ⁰
Световой поток, лм	6000
I _a , кд	214
Габариты, мм	810×310×215
Потребляемый ток, А	0,6÷0,9
Исполнение, безопасность	IP 65
Гарантийный срок эксплуатации, лет	5
Освещенность в центральной точке с высоты 10 м, лк	не менее 25

Световой поток:

$$F = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{\eta}, \quad (4.11)$$

$$F_1 = \frac{E_1 \cdot \kappa_{31} \cdot S_1 \cdot z_1}{\eta_1} = \frac{15 \cdot 13764,55 \cdot 1,75}{0,51} = 708469,5 \text{ лм.}$$

Количество светильников:

$$N_1 = \frac{F_1}{F_{л}} = \frac{708469,5}{6000} = 118.$$

Тогда расчетный световой поток будет определяться по формуле:

$$F'_p = \frac{E \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (4.12)$$

$$F'_{p1} = \frac{E_1 \cdot \kappa_{31} \cdot S_1 \cdot z_1}{N_1 \cdot \eta_1} = \frac{15 \cdot 13764,5 \cdot 1,75}{0,51 \cdot 118} = 6004 \text{ лм};$$

Проверка светового потока:

Территория площадью 13764,5 м² с высоты 12 м освещается ста восьмидесяти восьмью светильниками типа ЛЗ-28-120 с светодиодными лампами мощностью 120 Вт (рисунок 4.3). Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_p = 10$ м. Нормированная освещенность в контрольной точке А равна 15 лк. Производим проверку светового потока.

1. Определяем α и $\cos^3 \alpha$ (справочные данные), $\alpha = 135^\circ$, $\cos^3 \alpha = 0,36$.

2. Определяем I_a . Для светильников ЛЗ-28-120, со световым потоком ФЛ = 1500 лм, при $\alpha = 135^\circ$, $I_a = 214$ кд.

Общий световой поток установленной в светильнике группы ламп мощностью 120 Вт равен 6000 лм. Поэтому $I_a = 214 \times (6000 / 1500) = 214 \times 4 = 856$ кд.

3. Рассчитываем освещенность от одного светильника в горизонтальной плоскости в контрольной точке А. Принимая коэффициент запаса $k = 1,5$ для одного светильника и $\mu = 1,05$ получим:

$$E_A = \frac{I_{a \cdot \cos \alpha \cdot \mu}}{I_c + h_p}, \quad (4.13)$$

$$E_A = \frac{856 \cdot 0,36 \cdot 1,05}{1,5 \cdot 10} = 21,6.$$

Фактическая освещенность превышает нормированную (15 лк) примерно на 10%, что находится в допустимых пределах.

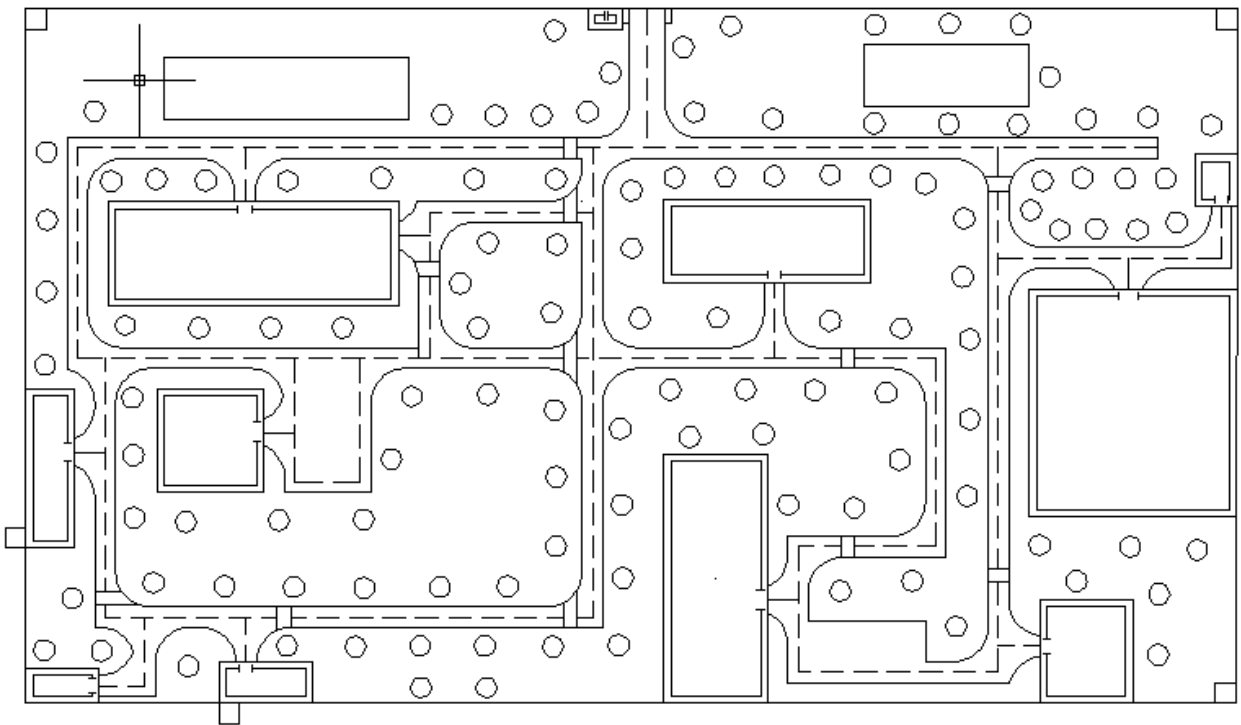


Рисунок 4.3 – Расположение светодиодных светильников наружного освещения на территории погранзаставы

где ○ - условное обозначение светодиодных светильников.

Заключение

В ходе проделанной дипломной работы можно сделать следующие выводы:

- на сегодняшний момент основным источником питания электрической энергии является органическое топливо – исчерпаемый природный ресурс; в связи с неуклонным увеличением производства, населения, освоение новых территорий, требуется ввод дополнительных мощностей, работающих на экологически чистых, возобновляемых источниках энергии;

- энергия ветра относится к числу возобновляемых; важным достоинством ветровых агрегатов является то, что они относятся к числу наиболее чистых с экологической точки зрения источников энергии;

- для территории Казахстана, с часто меняющимися, порывистыми направлениями ветра, наиболее удобны в эксплуатации ВЭУ с вертикальной осью вращения, в частности, ВРТЬ Болотова, имеющая ряд преимуществ в сравнении с другими ВЭУ;

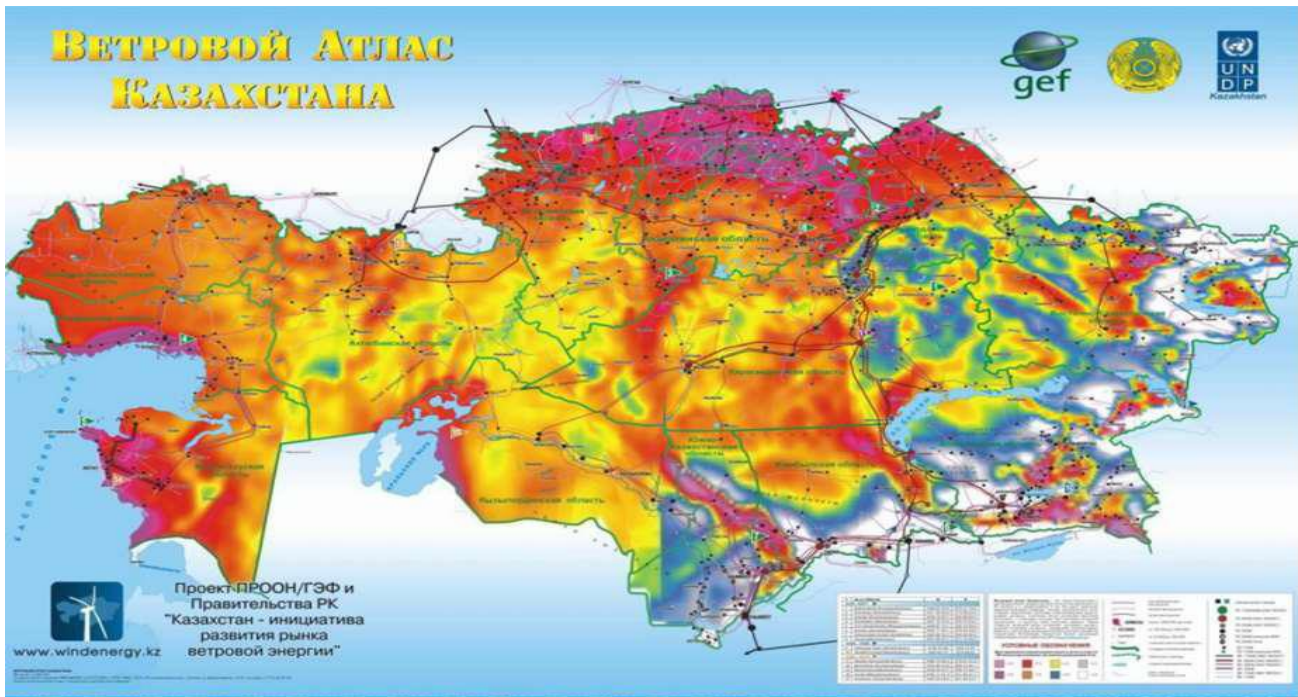
- погранзастава «Дружба» - отдаленный объект, расположенный на открытой местности, в ущелье; нагрузка потребителей небольшая, большие пусковые токи отсутствуют; сравнительный вариант показал наиболее экономически эффективное использование электроснабжение с помощью ВРТЬ.

Список литературы

1. И. А. Будзко, В. Ю. Гессен, М. С. Левин Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. – М.: «Колос», 2007.
2. А.А. Жакупов, Р.С. Хижняк. Методические указания к выполнению экономической части выпускных работ (для бакалавров, обучающихся по направлению «Электроэнергетика»). – Алматы: АИЭС, 2011. – 28 с.
3. М. Д. Дюсебаев Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения направления. 210000 – Электроэнергетика – Алматы: АИЭС, 2003. – 27с.
4. Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии: Учебное пособие А.В.Болотов АУЭС. Алматы, 2011.-79с
5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 - Электроэнергетика. А.В.Болотов, К.А.Бакенов, Алматы: АИЭС, 2007. – 40 с
6. Сайт <http://wrtb.kz>
7. Сайт <http://www.windenergy.kz>
8. Сайт <http://almaty.pulscen.kz>
9. Сайт <http://www.salonkamnya.ru>
10. Сайт <http://www.k-komplekt.ru>
11. Сайт <http://www.aipet.kz>

Приложение А

Ветровой атлас Казахстана



Приложение Б

Карта повторяемости направления ветра

