|  |
| --- |
| **Министерство образования и науки Республики Казахстан**  **Инновационный Евразийский Университет**  Допущен к защите  Зав.кафедрой **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ д.т.н. Иванова Е.В.**  **ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**  **На тему: «Электроснабжение административного здания с помощью фотопреобразовательных систем»**  **по специальности 050718 – «Электроэнергетика»**  **Выполнил Кондрашова Ю.О.**  **Научный руководитель**  **к.т.н., профессор Мельников В.Ю.**    **Павлодар 2011** |

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Введение |  |
| 1 | Возобновляемые источники энергии в энергетике Республики Казахстан | 11 |
| 1.1 | Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Казахстане | 11 |
| 1.2 | Проблемы, связанные с использованием возобновляемых источников энергии | 12 |
| 1.3 | Законодательная база в области использования возобновляемых источников энергии | 13 |
| 1.4 | Поддержка при проектировании и строительстве объектов по использованию возобновляемых источников энергии | 14 |
| 1.5 | Поддержка при продаже электрической энергии, произведенной с использованием возобновляемых источников энергии | 14 |
| 1.6 | Поддержка при подключении объектов по использованию возобновляемых источников энергии к электрическим сетям энергопередающей организации и передаче электрической энергии | 15 |
| 1.7 | Потенциал солнечной энергетики в Казахстане | 15 |
| 2 | Сравнение различных типов возобновляемых источников энергии | 18 |
| 3 | Расчетно-техническая часть | 21 |
| 3.1 | Выбор фотопреобразователей | 21 |
| 3.1.1 | Общая информация по фотоэлементам | 21 |
| 3.1.2 | Принцип работы фотоэлементов | 22 |
| 3.1.3 | Сравнение различных типов фотопреобразователей | 24 |
| 3.1.4 | Выбор количества и типов солнечных панелей | 26 |
| 3.2 | Выбор схемы электроснабжения административного здания с помощью фотопреобразовательных систем | 30 |
| 3.2.1 | Автономная система | 30 |
| 3.2.2 | Система, соединенная с сетью | 32 |
| 3.2.3 | Резервная система | 34 |
| 3.3 | Выбор способа соединения панелей и типов инверторов | 35 |
| 3.3.1 | Общая информация по инверторам | 35 |
| 3.3.2 | Выбор инверторов | 37 |
| 3.4 | Выбор аккумуляторных батарей | 54 |
| 3.4.1 | Выбор типа аккумуляторных батарей | 54 |
| 3.4.2 | Выбор количества аккумуляторных батарей | 59 |
| 3.5 | Выбор контроллеров заряда/разряда | 64 |
| 3.5.1 | Общая информация по контроллерам | 64 |
| 3.5.2 | Выбор числа и типов контроллеров заряда/разряда | 66 |
| 3.6 | Выбор автоматического ввода резерва | 68 |
| 3.7 | Выбор счетчиков учета электрической энергии | 71 |
| 3.8 | Выбор кабельной продукции | 72 |
| 4 | Экономическая часть | 82 |
| 4.1 | Расчет стоимость основного оборудования | 84 |
| 4.2 | Расчет отпускной цены для продажи электроэнергии в городскую электросеть | 88 |
| 4.3 | Расчет срока окупаемости системы электроснабжения | 90 |
| 5 | Охрана труда, техника безопасности и профессиональная этика | 91 |
| 5.1 | Основные принципы национальной политики в области охраны труда | 91 |
| 5.2 | Анализ условий труда, опасных и вредных производственных факторов | 92 |
| 5.3 | Влияние системы электроснабжения с помощью фотопреобразовательных систем на окружающую среду | 92 |
| 5.4 | Охрана труда при монтаже оборудования | 94 |
| 5.5 | Противопожарная безопасность | 98 |
| 5.6 | Профессиональная этика | 99 |
| 6 | Специальная часть проекта | 101 |
| 6.1 | Управление освещением датчиками движения и присутствия | 101 |
| 6.2 | Выбор между датчиками движения и присутствия | 102 |
| 6.3 | Экономический эффект | 104 |
| 6.4 | Установка датчиков движения и присутствия в главном корпусе Инновационного Евразийского университета | 104 |
|  | Заключение |  |
|  | Список использованных источников |  |

**Андатпа**

Осы дипломдық жобаға электрожабдықтары жүйесі әкімшілік ғимаратта үшін фотопреобразователь көмегімен істелген.

Бірінші дипломдық жобасының тарауында Қазақстан Республикасының дәстүрліемес энергетиканың қазіргі жағдайы және келешек дануы берді. Осы тарауында негізгі заңдар электр станциясындар ушін қайтадан бастап энергиясы пайдаланды бір нәсренің бар болды. Мұнда мәліметтер Қазақстан Республикасының күннің потенциялы тұралы бар.

Екінші дипломдық жобасының тарауында дәстүрліемес энергетиканың әр түрлі түрлер салыстырды. Мұнда күннің энергиясының артықтықтар берді.

Үшінші тарауында электрожабдықтары жүйесінің жұмыстың әр түрлі түрлер есептеу болды. Техникалық параметрлерде ыңғайлы вариант таңдады. Күннің панельдердің қосылу әр түрлі түрлер салыстыру болды. Мұнда негізгі жабдықтардың таңдау сенімді жұмыс үшін бар.

Төртінші тарауында варианттардың, дипломдық жобасының техникалық бөлікте болған, экономикалық салыстыру берді. Мұнда сату бағасының және өтімділік мерзімінің есеп есептеу бар.

Біз бесінші дипломдық жобасының тарауында еңбектің қорғауы, қауіпсіздік техникасы қарадымыз. Мұнда өртіге қарсы және кәсібі этика туралы ақпарат бар.

Біз соңғы дипломдық жобасының тарауында негізгі ИнЕУ корпусыңда автоматтық басқару электржарығымен вариант талап етеміз. Осы жүйе электршығындары қысқартады.

**Аннотация**

В данном дипломном проекте была разработана система электроснабжения административного здания с помощью фотопреобразовательных систем.

В первой главе дипломного проекта рассматривается современное состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в Республике Казахстан. Дается характеристика основных законопроектов в области поддержки использования возобновляемых источников энергии. Кроме того, приводятся данные по солнечному потенциалу Республики.

Во второй главе сравниваются различные типы нетрадиционной энергетики, и приводятся преимущества использования энергии Солнца.

В третьей главе рассматриваются различные схемы работы системы электроснабжения, и выбирается наиболее подходящий по техническим параметрам вариант. Сравниваются различные способы соединения панелей, а также выбирается основное оборудование для надежной, бесперебойной работы всей системы.

В четвертой главе приводится экономическое сравнение вариантов, предложенных в технической части дипломного проекта. Рассчитывается цена, по которой электроэнергия будет продаваться в городскую электросеть, а также срок окупаемости данной системы электроснабжения.

В пятой главе были рассмотрены вопросы по охране труда и технике безопасности при монтаже оборудования. В данной главе имеются данные по противопожарной безопасности и профессиональной этике.

В заключительной части дипломного проекта предложен вариант автоматического управления освещением в главном корпусе Инновационного Евразийского Университета с целью сокращения затрат на электроэнергию.

**The Annotation**

In the current diploma paper the system using photovoltaic modules for electricity supply of administration building was created.

In the first chapter of this diploma paper current status and future trends of alternative sources of energy usage in the Republic of Kazakhstan are considered. On addition, description of the main laws in the field of government support of using renewable energy sources is given. Moreover, this chapter contains information about country’s solar potential.

In the second chapter different types of renewable energy sources are compared as well as the advantages of solar energy utilization are presented.

Third chapter contains various schemes of power supply system operation. Eventually an appropriate scheme is chosen, which ensures service reliability and undisturbed operation. Within the scope of presented chapter the different solar panels combination methods are compared and the main equipment for presented system is chosen.

In the fourth chapter an economical comparison of variants presented in the technical part of this diploma paper is given. The release price of produced energy and payback period are considered.

The fifths chapter contains the protection rules during the mounting and accident prevention issues. Moreover, the fire safety and professional ethics information is described.

In the last chapter the variant of automatically controlled candlelight in the main campus of Innovation University of Eurasia using motion and presence sensors is proposed.

**ВВЕДЕНИЕ**

Электроэнергетика является базовой отраслью экономики Казахстана. Надежное и эффективное функционирование отрасли, стабильное снабжение потребителей электрической и тепловой энергией является основой развития экономики страны и неотъемлемым фактором обеспечения цивилизованных условий жизни населения.

Начавшийся в 2000 году экономический рост в Казахстане способствовал росту выработки электроэнергии в 2003 году до 63,7 млрд. кВт·ч., что составило 34% роста за 4 года и росту потребления до 62,1 млрд. кВт·ч. – 23% роста за 4 года, в результате чего Казахстан стал нетто-экспортером электроэнергии.

В 2009-2010 было отмечено некоторое снижение объемов производства электроэнергии, в то время как значительно возросли объемы потребления. Таким образом, можно сделать вывод, что производство электроэнергии должно расти опережающими темпами. Казахстан имеет потенциал для повышения уровня эффективности использования энергии.

Потенциал повышения энергоэффективности в промышленности является высоким (около от 10 до 30%), что объясняется использованием устаревших технологий и оборудования. На январь 2009 года износ оборудования в Казахстане составил 70% - генерирующее оборудование; 65% - электрические сети; 80% - тепловые сети.

В настоящее время большинство промышленных предприятий Республики Казахстан приватизированы. Для того чтобы сохранить конкурентоспособность на мировом рынке требуется внедрение новых технологий, а значит, процесс модернизации и внедрения новых технологий в промышленности уже начался в Казахстане, но темпы оставляют желать лучшего.

Суммарная установленная мощность всех электростанций Казахстана составляет 19 тысяч МВт. Казахстан вырабатывает 72 млрд. КВт·час электроэнергии в год (против 1000 млрд. КВт·час Россией, и 4000 млрд. КВт·час - США, 3000 млрд. КВт·час - Китаем), то есть энерговооруженность Казахстана 3,9 МВт·час/чел в год против 6,7 - в России, 14 - США, 2,3 - в КНР. К сожалению, выработка большинства электростанций не достигает установленной мощности

В настоящее время 85,5% электроэнергии в нашей стране вырабатывается на пылеугольных электростанциях; 8,9% - на крупных гидроэлектростанциях; 5,2% на газотурбинных электростанциях и 0,4% - из возобновляемых источников энергии. Промышленность является основным потребителем электроэнергии – около 68,7% от общего потребления, домашние хозяйства потребляют 9,3%, сектор услуг – 8%, транспорт – 5,6%, сельское хозяйство – 1,2%.

К 2020 году прогнозируется, что в структуре энергопроизводства появится атомная энергетика и увеличится процент электроэнергии от возобновляемых источников энергии. Ожидается, что 75,9% электроэнергии будет вырабатываться на пылеугольных электростанциях; 9,8% - на газотурбинных; 7,4% - на крупных гидроэлектростанциях; 2,9% - на атомных электростанциях и 4% - из возобновляемых источников энергии.

Казахстан обладает достаточно высокой энергоэффективностью. Отношение общего объема потребленных энергоресурсов на внутренний валовой продукт, показатель, используемый Международным Энергетическим Агентством (МЭА), для Казахстана составляет 1,84. Это ставит нашу страну в один ряд с Россией, для которой этот показатель равен 1,65. Но в разы превышает аналогичные данные для стран западной Европы (0,17).

Другим, часто используемым показателем, является отношение общего объема первичной энергии на численность население, и для Казахстана оно равно 4,29, для России – 4,75, а для Западной Европы – 3,36. Средние показатели по всем бывшим советским республикам составляет 3,59.

Эти цифры отражают тот факт, что Казахстан является страной с обширной территорией и энергоемкими отраслями промышленности.

Но существуют и другие причины высокой энергоемкости экономики нашей страны:

* Высокая доля энергоемких отраслей экономики,
* Слабый энергетический менеджмент,
* Использование устаревших технологий в производстве и высокий уровень изношенности основных фондов оборудования,
* Низкая эффективность использования энергии,
* Климатические условия.

Снижения энергоемкости экономики нашей страны можно добиться активным внедрением возобновляемых источников энергии в экономику страны.

Таким образом, суммируя все вышеописанное, основной целью моей работы является разработка проекта использования нетрадиционной энергетики в современных условиях.

**1 Возобновляемые источники энергии в энергетике Республики Казахстан**

**1.1 Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Казахстане**

Казахстан имеет огромный потенциал возобновляемых источников энергии, в частности, гидроэнергетики, ветровой и солнечной энергетики. Но, к сожалению, он еще не освоен. В настоящее время, возобновляемые источники энергии представляют лишь около 1% в энергетическом балансе Казахстана.

Правительство Республики Казахстан намеревается значительно увеличить долю электроэнергии, вырабатываемой посредством возобновляемых источников энергии. В соответствии с Национальной программой по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на период с 2010 по 2014 год, доля потребления электроэнергии, производимой от возобновляемых источников энергии должна превысить 1% к 2015 году. И в соответствии с национальными программами для перехода к устойчивому развитию, предусмотрено увеличение доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе Казахстана до 5 процентов к 2024 году.

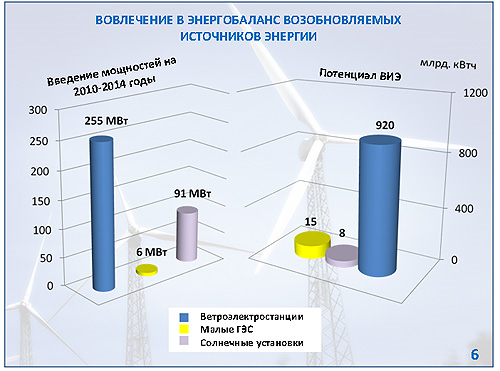


Рисунок 1.1 – Вовлечение в энергобаланс возобновляемых источников энергии

Закон о возобновляемых источниках энергии был подписан Президентом Республики Казахстан Нурсултаном Назарбаевым 4 июля 2009 года.

Казахстан взял на себя обязательства до 2020 сократить свои выбросы на 15% по отношению к уровню 1992 года. Эту цель будет трудно достичь только за счет снижения энергоемкости экономики. Таким образом, роль возобновляемых источников энергии в сокращение выбросов парниковых газов будет иметь существенное значение для Казахстана.

Главными мотивирующими факторами для развития направления нетрадиционной энергетики в нашей стране должны стать:

* Ограничение импорта электроэнергии, в особенности в южные регионы;
* Осуществления качественного электроснабжения отдаленных районов республики;
* Защита экосистемы за счет сокращения зависимости выработки электроэнергии от угля (на сегодняшний день эта зависимость существенна – 85%);
* Ограничение потерь в линиях электропередач и улучшения стабильности и надежности посредством установки рассредоточенных электростанций, использующих возобновляемые ресурсы (на сегодняшний день при передаче и распределении теряется 21,5% электроэнергии).

**1.2 Проблемы, связанные с использованием возобновляемых источников энергии**

Использование возобновляемой энергии характеризуется следующими особенностями:

1. Имеется высокий потенциал неисчерпаемой энергии, готовые технологии и оборудование, применяя которые возможно обеспечить значительное снижение выбросов парниковых газов. Однако новые энергетические технологии нуждаются в государственной поддержке и эффективно развиваются только тогда, когда она действительно имеет место.
2. Некоторые технологии по показателям стоимости еще недостаточно развиты или не являются социально приемлемыми для сельского населения. Проблема в том, чтобы иметь возможность исследовать и развивать технологии, в частности, решать вопросы их практического применения в соответствующих регионах.
3. Некоторые технологии нуждаются в том, чтобы они были изложены в стратегиях и планах таким образом, чтобы финансовые ресурсы, предполагаемые для их освоения, были доступны для проектирования, производства и внедрения установок. Проблема - в недостатке планирования, составления проектов и программ.
4. Некоторые технологии не реализуются только из-за недостатка данных, которые необходимы для определения их перспективности. Проблема в том, что необходимо проводить соответствующие обзоры (исследования), сбор и анализ информации.
5. Некоторые технологии распространяются до того, как они пройдут точную оценку, сертификацию, доказывающие их целесообразность. Это может привести к различного рода отклонениям в их использовании со стороны конечного пользователя. В таком случае проблема состоит в недостаточной оценке технологий и мониторинге их распространения.
6. В некоторых случаях, даже если готовые технологии признаются приемлемыми, необходимо иметь структуры для их размещения, обслуживания, устранения неисправностей и поломок.

**1.3 Законодательная база в области использования возобновляемых источников энергии**

Законодательная база республики Казахстан в области электроэнергетики и в частности в использовании возобновляемых источников энергии включает в себя следующие документы:

1. Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» от 9 июля 2004 года №588-II, с изменениями и дополнениями от 29.12.2008 г.;
2. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении» от 25 декабря 1997 года № 210 – I, с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.01.2006 г.;
3. Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» [от 4 июля 2009](http://energypartner.kz/downloads/3_rus.pdf) № 165 – IV.;
4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 декабря 2009 года № 2190 «[Об утверждении правил, сроков согласования и утверждения технико-экономического обоснования и проектов строительства объектов по использованию возобновляемых](http://energypartner.kz/downloads/4_rus.pdf) источников энергии»;
5. Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 октября 2009 года № 1529 «Об утверждении правил осуществления мониторинга за использованием возобновляемых источников энергии»;
6. Правила покупки электрической энергии у квалифицированных энергопроизводящих организаций от 29 сентября 2009 года № 264;
7. Правила определения ближайшей точки подключения к электрическим и тепловым сетям и подключения объектов по использованию возобновляемых источников энергии от 1 ноября 2009 года № 270.

Правительство республики Казахстан обязуется всячески оказывать поддержку объектов, использующих возобновляемые источники энергии, что подтверждается рядом статей из закона о поддержке использования возобновляемых источников энергии.

Государственное регулирование в области поддержки использования возобновляемых источников энергии осуществляется по следующим основным направлениям:

1) создание благоприятных условий для строительства и эксплуатации объектов по использованию возобновляемых источников энергии;

2) стимулирование производства электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии;

3) предоставление инвестиционных преференций для строительства и эксплуатации объектов по использованию возобновляемых источников энергии;

4) создание благоприятных условий для эффективной интеграции объектов по использованию возобновляемых источников энергии в единую электроэнергетическую систему и рынок электрической энергии Республики Казахстан;

5) содействие выполнению международных обязательств Республики Казахстан по снижению выбросов парниковых газов.

**1.4 Поддержка при проектировании и строительстве объектов по использованию возобновляемых источников энергии**

1. Местные исполнительные органы областей (города республиканского значения, столицы) при разработке планов, экономических и социальных программ развития области (города республиканского значения, столицы) учитывают программы развития и использования возобновляемых источников энергии.

2. Местные исполнительные органы областей (города республиканского значения, столицы) резервируют и предоставляют земельные участки, в том числе в водоохранных зонах и полосах, в соответствии с земельным законодательством Республики Казахстан под строительство объектов по использованию возобновляемых источников энергии в соответствии с планом (программой) размещения объектов по использованию возобновляемых источников энергии.

3. Лица, осуществляющие проектирование и строительство объектов по использованию возобновляемых источников энергии, имеют право на получение инвестиционных преференций, в соответствии с законодательством Республики Казахстан об инвестициях.

**1.5 Поддержка при продаже электрической энергии, произведенной с использованием возобновляемых источников энергии**

1. Региональные электросетевые компании, к электрическим сетям которых непосредственно подключены объекты по использованию возобновляемых источников энергии, обязаны покупать в полном объеме электрическую энергию, производимую соответствующими квалифицированными энергопроизводящими организациями, на компенсацию нормативных потерь электрической энергии в своих сетях в объеме не более пятидесяти процентов размера этих потерь.

В случае превышения объема производства электрической энергии квалифицированными энергопроизводящими организациями пятидесяти процентов размера нормативных потерь соответствующей региональной электросетевой компании, оставшийся объем этой электрической энергии покупается системным оператором на компенсацию нормативных потерь электрической энергии в национальной электрической сети.

2. Квалифицированная энергопроизводящая организация самостоятельно устанавливает отпускную цену на электрическую энергию в размере, не превышающем уровня, установленного в технико-экономическом обосновании проекта строительства объекта по использованию возобновляемых источников энергии.

3. Квалифицированные энергопроизводящие организации при поставке электрической энергии освобождаются от уплаты тарифов на услуги энергопередающих организаций.

4. Затраты на передачу электрической энергии, произведенной квалифицированной энергопроизводящей организацией, включаются в тариф на услуги по передаче электрической энергии этих региональных электросетевых компаний и системного оператора в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан о естественных монополиях.

**1.6 Поддержка при подключении объектов по использованию возобновляемых источников энергии к электрическим сетям энергопередающей организации и передаче электрической энергии**

1. Новые объекты по использованию возобновляемых источников энергии, подключаются к ближайшей точке электрических сетей энергопередающей организации, соответствующей по классу напряжения.

2. Энергопередающая организация обеспечивает беспрепятственное и недискриминационное определение ближайшей точки электрических сетей, соответствующей по классу напряжения, и подключение объектов по использованию возобновляемых источников энергии.

3. В случае ограничения пропускной способности электрических сетей энергопередающих организаций приоритет должен предоставляться передаче электрической энергии, произведенной квалифицированной энергопроизводящей организацией.

4. При диспетчеризации электрической мощности приоритетно используются электрогенерирующие объекты по использованию возобновляемых источников энергии.

**1.7 Потенциал солнечной энергетики в Казахстане**

Казахстан, являясь крупнейшей центрально-азиатской республикой, имеет большой потенциал солнечной энергетики. Несмотря на северную широту географического расположения Казахстана, ресурсы солнечной энергии в стране являются стабильными и приемлемыми благодаря благоприятным климатическим условиям. Количество солнечных часов в год составляет 2,200-3,000, а энергия солнечного излучения равняется 1,300-1,800 кВт·м2/год. Несмотря на очень выгодные условия, ресурс солнечной энергетики почти не используется. Потенциал солнечной энергетики в Казахстане оценен в 2,5 млрд. кВт·ч в год. Годовая суммарная дневная радиация при различных условиях составляет 3,8 – 5,2 кВт·ч/м2. Это один из лучших мировых показателей. Следует также добавить, что республика обладает крупнейшими запасами кремниевого сырья (85 млн. тонн), являющегося основой для преобразования солнечной энергии в электроэнергию.

Солнечное излучение увеличивается от севера к югу. Северные районы Казахстана в меньшей степени подвергаются воздействию солнечного излучения. Поэтому перспективными для реализации проектов по солнечной энергетике являются южные регионы страны, особенно предгорные и горные районы, где количество пасмурных дней намного меньше, чем на равнинах. Технология использования солнечной энергии имеет несколько направлений, в том числе:

* прямое преобразование энергии излучения в видимой части спектра в электрическую, осуществляемое фотопреобразователями;
* получение низкопотенциальной энергии за счет преимущественного использования длинноволновой части спектра, применяемого для получения горячей воды;
* получения концентрированной тепловой энергии для производства водяного пара высоких параметров с последующим использованием его в паротурбинном цикле.

Для производства фотопреобразователей Казахстан располагает большими запасами кремния и технологиями, перспективными для международного сотрудничества. В республике имеются оригинальные разработки гелиоколлекторов, но в промышленных масштабах они не производятся.

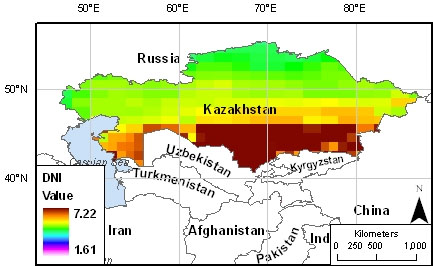


Рисунок 1.2 – Прямое солнечное излучение на поверхность, перпендикулярную к излучению (Источник: NASA)

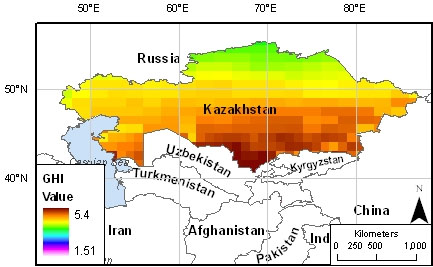


Рисунок 1.3 – Солнечное излучение на горизонтальную поверхность (Источник: NASA)

*Солнечный потенциал города Павлодар*

Павлодар расположен на 52°18' широте к северу, потенциал солнечной радиации достаточно значителен и составляет 1300-1800 кВт·ч/м2·год.В связи с континентальным климатом, количество солнечных часов в году составляет 2200-3000.

Таблица 1.1 – Количество дней без солнца на разных широтах по сезонам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Широта местности,° | Летние месяцы | Осенние и весенние | Зимние месяцы |
| 30 | 2...4 | 3...4 | 4...6 |
| 40 | 2...4 | 4...6 | 6...10 |
| **50** | **2...4** | **6...8** | **10...15** |
| 60 | 3...5 | 8...12 | 15...25 |
| 70 | 3...5 | 10...14 | 20...35 |

**2 Сравнение различных типов возобновляемых источников энергии**

Первым вестником энергетического кризиса был кризис 70-х годов. С этого момента интерес к возобновляемым источникам энергии значительно возрос. Истощение запасов природных невозобновляемых источников энергии (нефть, газ, уголь и уран) и экологическая опасность от эксплуатации атомных и теплоэлектростанций только способствовали этому. К возобновляемым источникам энергии, прежде всего, относятся: солнечная энергия, энергия ветра, гидроэнергия, энергия биомассы. Преобразование солнечной энергии в доступные для использования виды осуществляется двумя способами: фотоэлектрическим (прямое преобразование световой энергии в электрическую) и фототермическим (преобразование световой энергии в тепловую, а затем при необходимости, например, с помощью пара, в электрическую).

При использовании возобновляемых источников решается проблема ограниченности ресурсов энергии. В таблице 2.1 приведены значения потенциальной энергии таких источников (в триллионах тонн условного топлива в год). Ресурсы любого из этих источников энергии достаточны для удовлетворения потребностей человечества в настоящем и будущем. Их повсеместное использование позволит решать и проблемы экологии. Какой именно источник энергии найдет наибольшее применение, покажет будущее, но проанализировать предпосылки можно уже сегодня.

Таблица 2.1 – Потенциальная энергия возобновляемых   
и невозобновляемых источников энергии

|  |  |
| --- | --- |
| Вид источника | Потенциальная энергия, трлн. тонн/год |
| Солнечная энергия | 131 |
| Ветровая энергия | 2 |
| Гидроэнергия | 7 |
| Энергия биомассы | 0,1 |
| Уголь | 11 |
| Уран | 8 |
| Мировое потребление | 0,01 |

Далее возобновляемые источники энергии будут сравнены по двум основным параметрам: занимаемая площадь и энергоотдача.

*Занимаемая площадь*

В таблице 2.2 приведены удельные мощности разных типов электростанций (с учетом площадей, занимаемых сооружениями и зданиями). При расчетах принималось, что все земли имеют одинаковую стоимость. Для тепловых и атомных станций учитывались территории, занятые под добычу угля и руды. Площади производств строительных и конструкционных материалов не учитывались - они приблизительно одинаковы для всех типов станций. Ожидается уменьшение удельной мощности атомных станций за счет увеличения территорий, занятых под захоронение отходов. Для солнечных станций (особенно фотоэлектрических) данный показатель должен увеличиваться за счет увеличения КПД преобразователей и большего использования возможности размещения их на крышах зданий.

Таблица 2.2 – Удельные мощности разных типов электростанций

|  |  |
| --- | --- |
| Тип электростанции | Удельная мощность, МВт/км2 |
| Солнечные станции | 50...100 |
| Ветровые станции | ДО 15 |
| Гидростанции | ДО 10 |
| Энергия биомассы | ДО 5 |
| Тепловые станции | ДО 30 |
| Атомные станции | 60...120 |

*Энергоотдача*

Данный показатель определяется как отношение количества энергии, выработанной системой за срок службы, к количеству энергии, затраченной на производство материалов и оборудования (для этой системы). Энергоотдача - основной (с точки зрения будущего полного перехода на возобновляемые источники энергии) показатель, т.к. характеризует реальный прирост энергии к общему балансу (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Энергоотдача различных типов электростанций

|  |  |
| --- | --- |
| Тип станций | Энергоотдача |
| Солнечные станции: фотоэлектрические; фототермические | 20...100; 10...50 |
| Ветровые станции | более 20 |
| Энергия биомассы | более 20 |
| Тепловые станции | более 15 |
| Атомные станции | 6...13 |

Из таблицы 2.3 видно, что лучшую энергоотдачу имеют солнечные станции (в перспективе ожидается, что это значение будет увеличиваться). При использовании фотоэлектричества мы получаем возобновляемую энергию и расходуем минимальное количество невозобновляемых материалов (все материалы, кроме, например, древесины). Более того, запасы основного материала - кремния (для изготовления стекла и солнечных элементов) достаточно велики.

*Преимущества использования солнечных панелей.*

1. Высокая надежность - Фотоэлементы разрабатывались для использования в космосе, где ремонт слишком дорог, либо вообще невозможен. До сих пор фотоэлементы являются источником питания практически для всех спутников на земной орбите, потому что они работают без поломок и почти не требуют технического обслуживания.
2. Эффективность - Солнечные панели эффективно используют прямое и рассеянное (диффузное) солнечное излучение.
3. Низкие текущие расходы - Фотоэлементы работают на бесплатном топливе - солнечной энергии. Благодаря отсутствию движущихся частей, они не требуют особого ухода. что упрощает обслуживание, снижает его стоимость и увеличивает срок службы (вероятно, он будет достигать 100 лет - проблема не в самих преобразователях, а в герметизирующих материалах) при незначительном снижении эксплуатационных характеристик. Рентабельные фотоэлектрические системы являются идеальным источником электроэнергии для станций связи в горах, навигационных бакенов в море и других потребителей, расположенных вдали от линий электропередач.
4. Экологичность - Поскольку при использовании фотоэлектрических систем не сжигается топливо и не имеется движущихся частей, они являются бесшумными и чистыми.
5. Модульность - Фотоэлектрическую систему можно довести до любого размера. Владелец такой системы может увеличить либо уменьшить ее, если изменится его потребность в электроэнергии. По мере возрастания энергопотребления и финансовых возможностей, есть возможность каждые несколько лет добавлять модули.
6. Низкие затраты на строительство **-** Размещают фотоэлектрические системы обычно близко к потребителю, а значит, линии электропередачи не нужно тянуть на дальние расстояния, как в случае подключения к линиям электропередач. Вдобавок, не нужен понижающий трансформатор. Меньше проводов означает низкие затраты и более короткий период установки.

**3 Расчетно-техническая часть**

**3.1 Выбор фотопреобразователей**

3.1.1 Общая информация по фотоэлементам

Устройства для прямого преобразования световой или солнечной энергии в электроэнергию называются фотоэлементами (по-английски Photovoltaics, от греческого photos - свет и названия единицы электродвижущей силы - вольт). Преобразование солнечного света в электричество происходит в фотоэлементах, изготовленных из полупроводникового материала, например, кремния, которые под воздействием солнечного света вырабатывают электрический ток. Соединяя фотоэлементы в модули, а те, в свою очередь, друг с другом, можно строить крупные фотоэлектрические станции.

*История фотоэлементов*

История фотоэлементов берет начало в 1839 году, когда французский физик Эдмон Беккерель открыл фотогальванический эффект. За этим последовали дальнейшие открытия:

В 1883 г. электрик из Нью-Йорка Чарльз Фриттс изготовил фотоэлементы из селена, которые преобразуют свет в видимом спектре в электричество и имеют коэффициент полезного действия 1-2%.

В начале 50-х годов ХХ века был изобретен метод Чохральского, который применяется для выращивания кристаллического кремния.   
В 1954 г. в лаборатории компании "Bell Telephone" синтезировали силиконовый фотоэлектрический элемент с коэффициентом полезного действия 4%, в дальнейшем эффективность достигла 11%.

В 1958 г. небольшие (менее 1 ватта) фотоэлектрические батареи питали радиопередатчик американского космического спутника "Авангард". Вообще, космические исследования сыграли важную роль в развитии фотоэлементов.

Во время нефтяного кризиса 1973-74 гг. сразу несколько стран запустили программы по использованию фотоэлементов, что привело к установке и опробованию свыше 3100 фотоэлектрических систем только в Соединенных Штатах. Многие из них до сих пор находятся в эксплуатации.

*Рынок фотоэлементов*

Современное состояние рынка фотоэлементов характеризуется достаточно стабильным ростом, порядка 20% в год, однако объемы производства фотоэлементов остаются довольно низкими. Производство модулей во всем мире в 1998 г. составило около 125 МВт, в то время как цена упала с 50 долларов за 1 ватт в 1976 г. до 5 долларов за 1 ватт в 1999 г. Тем не менее, киловатт·час электричества, выработанного фотоэлектрической системой, все еще дороже традиционной электроэнергии в 3-10 раз (в зависимости от конкретного местонахождения и вида системы). Таким образом, рынок фотоэлементов пока занимает небольшую нишу в мировой экономике. Но он продолжает стабильно расти в тех сегментах рынка, где фотоэлементы конкурентоспособны, например, в автономных, удаленных от электросети системах.

Во многих регионах мира прогресс весьма ощутим. Правительство Японии вкладывает 250 млн. долларов в год в увеличение производственной мощности с 40 МВт (1997г.) до 190 МВт (2000г.). Европейские страны проводят собственные программы, стимулом к чему служит потребность в энергетической независимости и экологические соображения. Эти программы в сочетании с экологическими проблемами - такими, как изменение климата - способны значительно ускорить развитие этой отрасли.

*Технология изготовления*

Солнечные фотоэлектрические системы просты в обращении и не имеют движущихся механизмов, однако сами фотоэлементы содержат сложные полупроводниковые устройства, аналогичные используемым для производства интегральных схем. В основе действия фотоэлементов лежит физический принцип, при котором электрический ток возникает под воздействием света между двумя полупроводниками с различными электрическими свойствами, находящимися в контакте друг с другом. Совокупность таких элементов образует фотоэлектрическую панель, либо модуль.

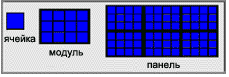


Рисунок 3.1 – Составные элементы солнечных панелей.

Фотоэлектрические модули, благодаря своим электрическим свойствам, вырабатывают постоянный, а не переменный ток. Он используется во многих простых устройствах, питающихся от батарей. Переменный же ток, напротив, меняет свое направление через регулярные промежутки времени. Именно этот тип электричества поставляют энергопроизводители, он используется для большинства современных приборов и электронных устройств. В простейших системах постоянный ток фотоэлектрических модулей используется напрямую. Там же, где нужен переменный ток, к системе необходимо добавить инвертор, который преобразует постоянный ток в переменный.

*3.1.2 Принцип работы фотоэлементов*

Современное производство фотоэлементов практически полностью основано на кремнии. Около 80% всех модулей производится с использованием поли- или монокристаллического кремния, а остальные 20% используют аморфный кремний. Кристаллические фотоэлементы - наиболее распространенные, обычно они имеют синий цвет с отблеском. Аморфные, или некристаллические - гладкие на вид и меняют цвет в зависимости от угла зрения. Монокристаллический кремний имеет наилучшую эффективность (около 14%), но он дороже, чем поликристаллический, эффективность которого в среднем составляет 11%. Аморфный кремний широко применяется в небольших приборах, таких как часы и калькуляторы, но его эффективность и долгосрочная стабильность значительно ниже, поэтому он редко применяется в силовых установках.

В опытной разработке находятся несколько типов альтернативных тонкопленочных фотоэлементов, которые в будущем могут завоевать рынок. Наиболее отлаженными из исследуемых в настоящее время тонкопленочных систем являются фотоэлементы из следующих материалов:

* аморфный кремний (a-Si: H),
* теллурид/сульфид кадмия (CTS),
* медно-индиевый или медно-галлиевый диселенид (CIS or CIGS),
* тонкопленочный кристаллический кремний(c-Si film),
* нанокристаллические сенсибилизированные красителем электрохимические фотоэлементы (nc-dye).

Девяносто девять процентов современных солнечных элементов изготавливают из кремния (Si), второго по распространенности на Земле вещества, а остальные построены на том же принципе, что и кремниевые солнечные элементы.

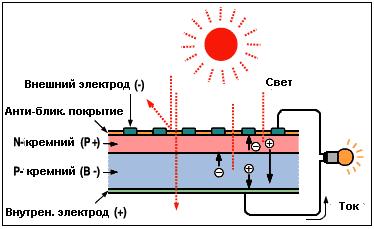


Рисунок 3.2 – Строение и принцип работы солнечного элемента.

Один слой кремния бомбардируют атомами фосфора, благодаря которым образуется избыток электронов. Получается отрицательно заряженный ("N") слой. На другом слое создается недостаток электронов, он становится положительно заряженным ("P"). Собранные вместе с проводниками, эти две поверхности образуют светочувствительный электронно-дырочный переход. Он называется полупроводником, так как, в отличие от электропровода, проводит ток только в одном направлении - от отрицательного к положительному. При воздействии солнца или другого интенсивного источника света возникает постоянный ток напряжением примерно в 0,5 Вольт. Сила тока (ампер) пропорциональна световой энергии (количеству фотонов). В любой фотоэлектрической системе напряжение почти постоянно, а ток пропорционален размеру фотоэлементов и интенсивности света.

Фотоэлементы производятся из сверхчистого кремния, смешанного в точной пропорции с некоторыми другими веществами. Сверхчистая кремниевая подложка, из которой делают фотоэлементы, стоит очень дорого. Количества сверхчистого кремния, необходимого для изготовления одного фотоэлектрического модуля мощностью 50 Вт, было бы достаточно для интегральных схем примерно двух тысяч компьютеров. Кроме того, в фотоэлементах присутствуют алюминий, стекло и пластмасса - недорогие и многократно используемые материалы.

*3.1.3 Сравнение различных типов фотопреобразователей*

Солнечный модуль - это батарея взаимосвязанных солнечных элементов, заключенных под стеклянной крышкой. Чем интенсивнее свет, падающий на фотоэлементы и чем больше их площадь, тем больше вырабатывается электричества и тем больше сила тока.

Модули классифицируются по пиковой мощности в ваттах (Втп). Ватт - единица измерения мощности. Один пиковый ватт - техническая характеристика, которая указывает на значение мощности установки в определенных условиях, т.е. когда солнечное излучение в 1 кВт/м2 падает на элемент при температуре 25оC. Такая интенсивность достигается при хороших погодных условиях и Солнце в зените. Чтобы выработать один пиковый ватт, нужен один элемент размером 10 x 10 см. Более крупные модули, площадью 1 м x 40 см, вырабатывают около 40-50 Втп. Однако солнечная освещенность редко достигает величины 1 кВт/м2. Более того, на солнце модуль нагревается значительно выше номинальной температуры. Оба эти фактора снижают производительность модуля. В типичных условиях средняя производительность составляет около 6 Вт·ч в день и 2000 Вт·ч в год на 1 Втп.

Хотя качество продукции не всегда одинаково, большинство международных компаний производят достаточно надежные фотоэлектрические модули со сроком эксплуатации до 20 лет. На сегодняшний день производители модулей гарантируют указанную мощность на период до 10 лет. Решающим критерием для сравнения разных типов модулей является цена 1 ватта пиковой мощности. Другими словами, можно получить больше электроэнергии за те же деньги, используя модуль ценой 569 долларов с пиковой мощностью 120 Втп (4,74 доллара за 1 Втп), чем с помощью "дешевого" модуля мощностью 90 Втп , который стоит 489 долларов (5,43 доллара за 1 Втп). Номинальный КПД менее важен при выборе системы.

   Солнечные батареи делятся на несколько видов, в зависимости от способа изготовления солнечных модулей. Наиболее распространенными на данный момент являются поликристаллические и монокристаллические солнечные модули.



Рисунок 3.3 – Виды солнечных модулей.

*Поликристаллические солнечные модули*

  Солнечные элементы (фотоэлектрические модули) из поликристаллического кремния - это один из самых распространенных типов модулей для солнечных батарей. КПД солнечной батареи на этой основе составляет 10-12%.

   Солнечные поликристаллические модули имеют отличное соотношение качества и стоимости, которое осуществимо благодаря более дешевому производственному процессу. Внутренность поликристаллического кремния имеет области, отделённые зернистыми границами и это влияет на эффективность элементов.

*Монокристаллические солнечные модули*

  Солнечные элементы (фотоэлектрические модули) из монокристаллического кремния на настоящее время имеют наилучшие показатели эффективности и срок их службы составляет более 30лет. КПД солнечной батареи на основе монокристаллического кремния составляет 14-17%.

   Солнечные монокристаллические модули сделаны из целостного слитка кремния и благодаря этому достигается их высокая эффективность преобразования энергии.

*Аморфные солнечные модули*

   Эффективность аморфных модулей составляет порядка 8%, поэтому их требуется значительно больше количество, чем кристаллических модулей. Единственное достоинство аморфных модулей, это гибкость материала их основания (сталь, стекло, пластмасса и др.).

Таблица 3.1 – Коэффициент полезного действия различных типов фотоэлементов

|  |  |
| --- | --- |
| Вид элемента | КПД |
| Монокристаллические Поликристаллические  Теллурид кадмия  Аморфные | 12-15%  11-14%  7-8%  6-7% |

## *Время возмещения энергетических затрат*

Время возмещения энергетических затрат (EPBT) – это период времени использования фотоэлектрической системы, необходимый для производства объема электроэнергии равного объему затраченной энергии на ее производство. Как показали исследования, проведенные в 2004 году, фотоэлектрические системы, установленные на крышах, имеют небольшой срок возмещения энергетических затрат. Значение EPBT зависит от трех факторов:

* Эффективность преобразования солнечной энергии;
* Объем света (инсоляция) получаемого системой;
* Технология производства солнечных элементов системы.

В 2004- начале 2005 г.г. было проведено исследование систем, соединенных с сетью, в которых использованы солнечные элементы различного происхождения. Данными служили инсоляция – 1700 кВтч/м2 в год и коэффициент эффективности системы – 75%. Целью этого исследования было получение значений EPBT (см. таблицу 3.2). Из таблицы (3.2) видно, что энергетические затраты, даже на самый энергоемкий технологический процесс производства, не превышают 10% от общего объема электроэнергии, полученной за срок эксплуатации фотоэлектрической системы.

Таблица 3.2 – Время возмещения энергетических затрат систем с различными фотоэлектрическими технологиями

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Технология производства кристаллов | Время возмещения энергетических затрат (EPBT) (годы) | Энергия, затраченная на производство системы, в сравнении с объемом производства энергии (%) | Общий объем произведенной энергии разделенный на объем энергии, затраченная на производство системы |
| Монокристаллический кремний | 2.7 | 10.0 | 10 |
| Неленточный мультикристаллический кремний | 2.2 | 8.1 | 12 |
| Ленточный мультикристаллический кремний | 1.7 | 6.3 | 16 |
| Теллурид кадмия | 1.0 | 3.7 | 27 |

*3.1.4 Выбор количества и типа солнечных панелей*

В данном дипломном проекте основной задачей было заполнение фасада здания солнечными панелями и осуществление с их помощью электроснабжения корпуса № 1 Инновационного Евразийского университета. Таким образом, при выборе панелей основным критерием служила допустимая площадь размещения.

Суммарная площадь фасада составила 756,3 м2, с учетом всех элементов, которые нельзя использовать под размещение панелей.

*Вариант № 1. Готовые солнечные панели*

В результате анализа архитектурно-строительной документации на главный корпус Инновационного Евразийского Университета выбраны следующие виды панелей:

Таблица 3.3 – Сводные данные по установленным панелям

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Размеры панели, мм | Количество, шт. | Мощность, Вт | Напряжение, В | Ток, А |
| 1956х992х50 | 91 | 270 | 35,5 | 7,61 |
| 1480х990х35 | 173 | 200 | 26,5 | 7,55 |
| 1320х990х35 | 122 | 180 | 23,5 | 7,66 |
| 1480х680х35 | 50 | 140 | 17,5 | 8 |
| 1040х670х35 | 14 | 90 | 17,5 | 5,15 |

Суммарное количество панелей: 450 штук

Общая площадь размещенных модулей составила 649,56 м2

Расчет суммарной мощности всей системы:

 (3.1)

Суммарная мощность панелей по типам:

 (3.2)

По формуле (3.2) для каждого типа панелей получим:











Тогда по формуле (3.1):



*Вариант № 2. Создание собственных панелей, путем соединения солнечных элементов в модули*

Общая площадь размещенных модулей составила 542 м2;

Общее число модулей – 347;

Тип модулей – OPTISOL M061100K;

Общее число элементов – 34700;

Тип элементов – монокристаллические, BP Saturn, 125x125 см2;

Общая активная площадь элементов – 332 м2;

Коэффициент полезного действия элемента – 16%;

Номинальная мощность всей установки – 84 кВт.

В итоге можно сделать вывод, что установка готовых солнечных панелей является наиболее приемлемой для проекта, так как покрывает большую площадь, что обеспечивает эстетичный вид корпуса, а так же вырабатывает большую мощность, которая превышает на 5 кВт установку, где используются отдельные фотоэлементы. Таким образом, выбираем для установки готовые солнечные панели.

Для расчета суммарной годовой выработки электроэнергии была применена программа PVSYST.V4.33. В результате расчетов были получены данные, что система будет в год вырабатывать 82621 кВт. Рисунок 3.4 демонстрирует выработку энергии в зависимости от месяца.

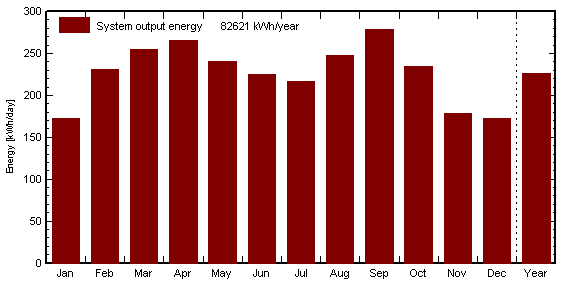


Рисунок 3.4 – Годовая выработка электроэнергии.

Данный график построен для вертикального расположения панелей, то есть на фасаде здания. Если бы батареи были установлены в горизонтальном положении, например на крыше здания, то вырабатывалось бы большее количество энергии. Зависимость количества генерируемой энергии от расположения панелей демонстрирует рисунок 3.5. На графике Global horizontal отображает горизонтальную ориентацию панелей, Global on titled plane – вертикальную ориентацию.

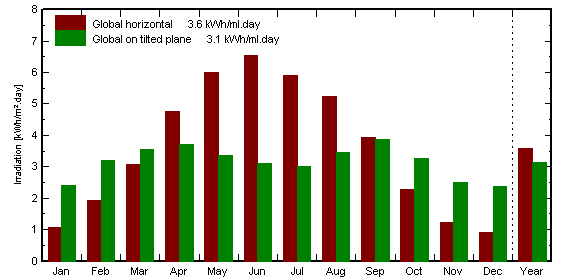
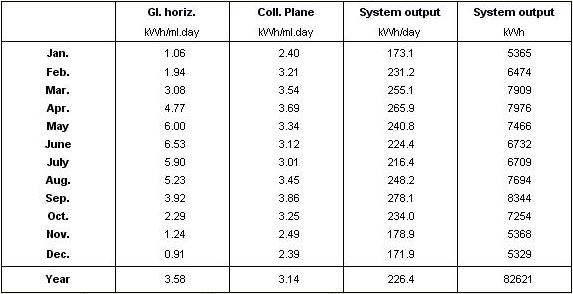


Рисунок 3.5 – Генерация энергии в зависимости от ориентации панелей.

Исходя из данных рисунка 3.5, можно сказать, что при вертикальном расположение фотопреобразователей выработка электроэнергии более стабильна, чем при установке их в горизонтальном положении. Данные по графику представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Поступление солнечной энергии в зависимости от расположения фотопреобразователей.



Данные о плотности потока солнечного излучения (кВт/м2) были получены с помощью лаборатории возобновляемой энергетики, которая находится в Инновационном Евразийском Университете. В данной лаборатории установлено специальное программное обеспечение, которое фиксирует показания метеостанции, установленной на крыше здания. Средние значения за месяц представлены на рисунке 3.6.

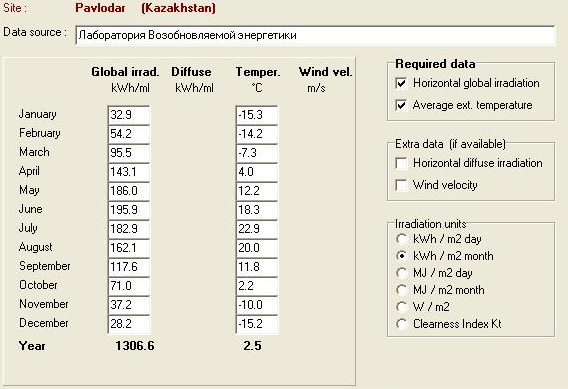


Рисунок 3.6 – Данные лаборатории возобновляемой энергетики, где Global irradiation - плотности потока солнечного излучения, Temperature – средняя температура за месяц

**3.2 Выбор схемы электроснабжения административного здания с помощью фотопреобразовательных систем**

Наиболее важным в проектировании системы электроснабжения с помощью фотоэлектрических преобразователей является рациональный выбор вида данной схемы. От этого будет зависеть, во-первых, надежность всей системы, во-вторых, количество денежных средств, которые будет необходимо вложить в данный проект.

Для начала рассмотрим различные виды фотоэлектрических систем, таких как:

1. Автономная система;
2. Система, соединенная с сетью;
3. Резервная система.

Каждая имеет свои преимущества и недостатки, которые рассмотрены ниже.

3*.2.1 Автономная система*

Автономные фотоэлектрические системы используются там, где нет сетей централизованного электроснабжения. Для обеспечения энергией в темное время суток или в периоды без яркого солнечного света необходима установка аккумуляторных батарей. Система состоит из солнечной панели, контроллера, аккумуляторной батареи, кабелей, электрической нагрузки и поддерживающей структуры.

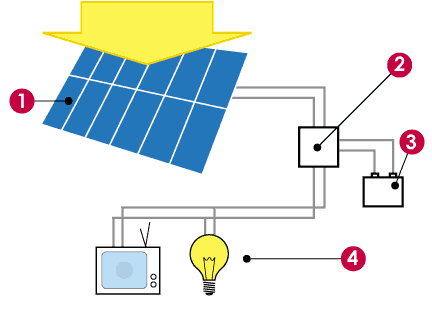
**[](http://www.gravicappa.com.ua/images/stories/Technology/solartype1.gif)**

Рисунок 3.7 – Схема автономной системы. 1 - Солнечные панели. 2. Контроллер заряда аккумуляторных батарей + инвертор. 3.Аккумуляторные батареи. 4. Нагрузка

*Преимущества автономных систем*

Самое главное преимущество автономной системы электроснабжения - независимость от сетей. Потребитель не зависит от повышения цен на электроэнергию, аварии в сетях, обрывы в линиях электропередач, ухудшение качества электроэнергии из-за перегрузок в сетях.

Помимо того не соединенные с сетью системы имеют некоторые преимущества по сравнению с работающими параллельно с сетью, когда речь идет об укрупнении системы. Несмотря на то, что обе системы - модульные, зачастую более легко нарастить не соединенную с сетью систему, как только появились средства или возросла потребность в электроэнергии.

Еще одним немаловажным плюсом данной системы является то, что автономная генерация стимулирует использовать энергию максимально эффективно. Несоединенные с сетью системы не загрязняют окружающую среду, что в современных условиях является очень важным критерием при проектировании объектов электроэнергетики.

*Недостатки автономных систем*

Во-первых, генерация собственной электроэнергии стоит денег. Автономная система с возобновляемыми источниками энергии производит на начальном этапе эксплуатации более дорогую электроэнергию. Решением данной проблемы может стать наличие в регионе специальных мер финансовой поддержки для владельцев электростанций, использующих возобновляемую энергию. Но здесь нужно отметить, что большинство финансовых механизмов стимулирования генерации от возобновляемых источников энергии действуют для систем, соединенных с сетью и не применимы для полностью автономных систем с аккумуляторными батареями. Например, закон, который принят в Казахстане в 2009 году, предоставляет бонусы и особые преференциальные условия только при продаже электроэнергии, сгенерированной от возобновляемых источников энергии, и проданных на оптовом рынке электроэнергии.

Во-вторых, обслуживание и ремонт систем является очень важным моментом при содержании собственной автономной энергосистемы. Собственники таких систем должны выполнять эту работу самостоятельно, или нанимать специальный обслуживающий персонал, плюс нести расходы по покупке всего необходимого оборудования и расходных материалов.

Автономные системы используют аккумуляторные батареи для хранения электроэнергии. Аккумуляторные батареи требуют регулярной замены. Период замены может колебаться от 5 до 15 лет (обычно менее 10 лет). Причем замена аккумуляторных батарей должна проводиться одномоментно. Решением может стать покупка промышленных аккумуляторов с большим сроком службы, которые стоят в 3-4 раза дороже, чем обычно используемые. Помимо стоимости самих батарей нужно учитывать стоимость обслуживания и затраченные время при их замене. Также есть некоторое влияние на окружающую среду при производстве, перевозке и утилизации свинца, содержащегося в аккумуляторах.

В аккумуляторах также имеются потери энергии. В лучшем случае, эффективность заряда-разряда аккумуляторов составляет 90%. При старении аккумуляторов падает их коэффициент полезного действия заряд - разряда. Эффективность аккумуляторов также зависит от температуры.

По сравнению с соединенными сетью системами, автономные системы имеют еще один серьезный недостаток. Это потери излишков вырабатываемой энергии. Когда соединенная с сетью система, генерирующая электроэнергию от возобновляемых источников энергии, производит больше энергии, чем потребляется в данный момент в доме, этот излишек может направляться в сеть. При этом или счетчик крутится в обратную сторону, или сети покупают электроэнергию по повышенной цене. При этом мощности солнечной станции используются полностью в любой момент, независимо от энергопотребления. Ничего не пропадает, и сеть является виртуальным аккумулятором со 100% КПД. Если используется автономная система, все излишки энергии должны быть использованы. В большинстве фотоэлектрических систем солнечная батарея просто отключается, когда аккумуляторы полностью заряжены.

*3.2.2 Система, соединенная с сетью*

Когда есть сеть централизованного электроснабжения, но есть желание иметь электроэнергию от чистого источника (солнца), солнечные панели могут быть соединены с сетью. При условии подключения достаточного количества фотоэлектрических модулей, определенная часть нагрузки может покрываться за счет солнечного электричества. Соединенные с сетью фотоэлектрические системы обычно состоят из одного или многих модулей, инвертора, кабелей, поддерживающей структуры и электрической нагрузки.

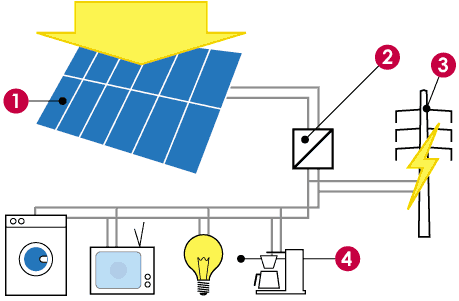
[](http://www.gravicappa.com.ua/images/stories/Technology/solartype2.gif)

Рисунок 3.8 – Схема работы системы, соединенной с сетью. 1 - Солнечные панели. 2 - Инвертор. 3 - Сеть. 4 – Нагрузка

Владелец подключенной к сети фотоэлектрической системы ежемесячно покупает и продает электричество. Энергия фотоэлементов либо используется на месте, либо подается в сеть. Когда же владельцу системы нужно больше электричества, чем она вырабатывает - например, вечером, то возросшая потребность автоматически удовлетворяется за счет сети. Когда же система вырабатывает больше электричества, чем может потребить хозяйство, излишек отправляется (продается) в сеть. Таким образом, коммунальная сеть выступает в роли резерва для фотоэлектрической системы, как аккумулятор - для автономной установки. В конце месяца кредит за проданное электричество вычитается из счета за потребленную энергию. В некоторых странах коммунальные электросети обязаны покупать электроэнергию у владельцев фотоэлектрических систем или других независимых производителей.

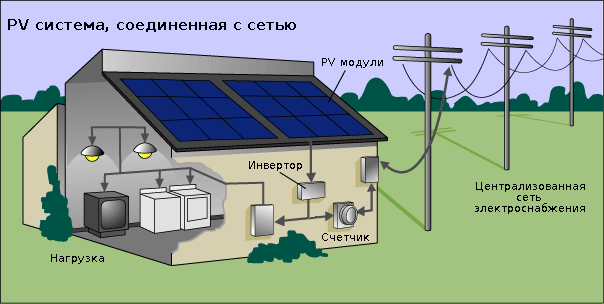


Рисунок 3.9 – Пример реализации системы, соединенной с сетью.

Совместимый с коммунальной сетью инвертор, соответствующий по напряжению и частоте коммунальной сети, должен соответствовать требованиям качества и безопасности. Аварийные выключатели инвертора автоматически отключают фотоэлектрическую систему от сети, если в той происходит какой-либо сбой. Эта мера предосторожности защищает ремонтный персонал от электрического шока в результате контакта с нерабочей, как могло показаться, линией, соединяющей сеть с фотоэлектрической системой. В некоторых странах энергетические компании создают специальные тарифные схемы, призванные повысить рентабельность соединенных с сетью фотоэлектрических систем. Кроме того, чем точнее совпадает выработка электроэнергии на солнечном модуле с временем пиковых тарифов, тем солнечная система окажется эффективнее для снижения счетов за электроэнергию.

*Преимущества соединенных с сетью систем*

Использование возобновляемой энергии при наличии сети позволяет избежать многих, если не всех, недостатков автономных систем. Сеть является большим аккумулятором со 100% коэффициентом полезного действия, который может принять все излишки энергии. Кроме того, электричество, выработанное солнечным модулем, будет использоваться в полной мере. Еще одним плюсом данной системы является то, что нет необходимости вырабатывать всю электроэнергию за счет солнечных модулей, часть энергозатрат покроет электросеть.

Если солнечная электростанция соединена с сетью, нет необходимости экономить электроэнергию, что крайне важно для административных зданий.

При использовании всех типов систем с солнечными батареями фиксируется цена получаемой электроэнергии на много лет вперед.

*Недостатки систем, соединенных с сетью*

Один из основных недостатков систем, соединенных с сетью это отсутствие резервного электроснабжения. Это не является недостатком там, где есть надежная электросеть. Но в большинстве случаев это является большим минусом - наличие дорогой системы и отсутствие электроэнергии при частых отключениях и авариях в сетях.

Для всех соединенных с сетью систем возможны трудности с подключением электростанции к сетям. Все зависит от энергокомпании. Но на сегодняшний день в Казахстане действует закон, согласно которому сети обязаны подключать любую электростанцию, вырабатывающую электроэнергию от возобновляемых источников энергии, если она зарегистрирована как участник оптового рынка электроэнергии. Стоимость подключения к сети должна компенсироваться из специального федерального фонда. А за каждый киловатт·час, проданный в сеть, генератор должен получать премию-надбавку к оптовой цене на электроэнергию.

*3.2.3 Резервная система*

Резервные солнечные системы используются там, где есть соединение с сетью централизованного электроснабжения, но сеть ненадежна. Резервные системы могут использоваться для электроснабжения в периоды, когда нет напряжения в сети. Мощность фотоэлектрической системы зависит от мощности, необходимой для питания ответственной нагрузки, и от длительности периодов отключения сети.

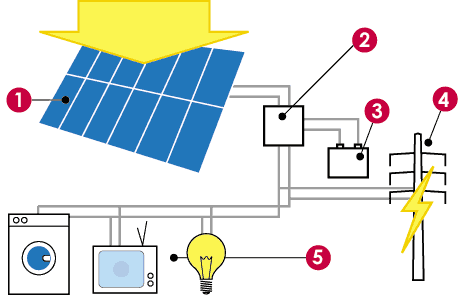
[](http://www.gravicappa.com.ua/images/stories/Technology/solartype3.gif)

Рисунок 3.10 – Схема работы резервной системы. 1- Солнечные панели. 2 - Контроллер заряда аккумуляторных батарей + инвертор. 3 - Аккумуляторные батареи. 4 - Сеть. 5 - Нагрузка.

Резервная система электроснабжения объединяет в себе все плюсы систем, соединенных с сетью, а также автономных:

* Полное использование электроэнергии, выработанной солнечными модулями.
* Независимость от временных отключений электросети.
* Экономия денежных средств, за счет продажи «чистой» энергии в сеть.
* Экономия денежных средств, за счет меньшего количества аккумуляторных батарей.
* Надежное электроснабжение, вследствие наличия двух источников энергии.

**3.3 Выбор способа соединения панелей и типов инверторов**

*3.3.1 Общая информация по инверторам*

Солнечный генератор вне зависимости от размеров и сложности реализации может вырабатывать лишь постоянный ток. Несмотря на то, что имеется много потребителей, использующих именно постоянный ток (зарядка аккумуляторов, освещение, радиоаппаратура и т.д.), потребителей переменного напряжения 220В не меньше. Для преобразования постоянного тока аккумуляторной батареи в переменный синусоидальной формы, нужен инвертор.

Инверторы - полупроводниковые приборы.

Основным блоком инвертора является коммутатор, с заданной частотой изменяющий полярность подключения нагрузки к источнику постоянного тока, что и создает в нагрузке переменный ток. Кроме коммутатора, инвертор обязательно содержит электронную схему управления коммутатором (в современных приборах реализуемую часто с использованием микропроцессоров), а также может содержать трансформатор для повышения или понижения выходного напряжения, фильтры, приближающие форму выходного напряжения к синусоидальной, а также различные устройства защиты, стабилизации и т.д.

Инверторы могут быть поделены на два типа в соответствии с типом фотоэлектрических систем:

* Инверторы для автономных систем солнечных батарей;
* Инверторы для сетевого использования.

Выходной каскад у обоих типов во многом похож, а основное отличие в схеме управления. Первый тип имеет генератор частоты, а второй должен работать синхронно с промышленной сетью (и в качестве генератора частоты использует саму сеть).

Для всех типов ключевой параметр – коэффициент полезного действия (который должен быть более 90%). Выходное напряжение автономных инверторов, как правило, составляет 220В (50/60 Гц), а в инверторах мощностью 10-100кВт можно получать трехфазное напряжение 380В. Все автономные инверторы трансформируют постоянный ток аккумуляторных батарей. Вследствие этого входное напряжение выбирается из ряда 12, 24, 48 и 120В и выше. Чем больше входное напряжение, тем проще инвертор и тем выше его коэффициент полезного действия. При больших напряжениях существенно меньше потери на передачу энергии от солнечного генератора к аккумуляторной батарее, регулятору зарядки и инвертору, однако при этом усложняется конструкция солнечной электростанции и ее эксплуатация при опасных напряжениях. К форме выходного сигнала автономных инверторов предъявляются менее жесткие требования. Важный параметр автономных инверторов - зависимость коэффициента полезного действия от мощности подключенной нагрузки. Он не должен значительно снижаться при подключении нагрузки в десять раз меньшей (по потребляемой мощности), чем номинальная мощность инвертора. Вместе с тем инвертор должен выдерживать перегрузки в выходных цепях (при подключении электродвигателей и прочих динамичных нагрузок). Таким образом, к автономному инвертору предъявляются следующие требования:

* способность переносить без последствий перегрузки (как кратковременные, так и длительные);
* небольшие потери при малых нагрузках и на холостом ходу;
* стабилизация выходного напряжения;
* низкий коэффициент гармоник;
* высокий коэффициент полезного действия;
* отсутствие помех на радиочастотах.

К выходному сигналу сетевых инверторов предъявляются наиболее жесткие требования. Для понижения потерь на преобразование такие инверторы работают при высоких входных напряжениях. Поскольку их входные цепи запитываются напрямую от солнечной батареи, инверторы имеют регулятор отбора максимальной мощности (встроенный в инвертор). Сетевые инверторы имеют также блок контроля мощности солнечной батареи (и включаются автоматически, как только мощность солнечной батареи становится достаточной для формирования переменного сигнала).

По способу преобразования тока инверторы бывают четырёх типов:

* Модифицированная синусоида - преобразовывает ток в переменный с напряжением 220В с модифицированной синусоидой (ещё одно название: квадратная синусоида). Пригоден только для оборудования, которое не чувствительно к качеству напряжения: освещение, обогрев, заряд устройств и т.п.;
* Чистая синусоида - преобразовывает ток в переменный с напряжением 220В с чистой синусоидой. Пригоден для любого типа электроприборов: электродвигатели, медицинское оборудование и др.;
* Трехфазный - преобразовывает ток в трехфазный с напряжением 380В. Можно использовать для трехфазного оборудования;
* Сетевой инвертор.

Сетевой - в отличие от предыдущих типов позволяет системе работать без аккумуляторных батарей, но его можно использовать только для вывода электроэнергии в общественную электросеть. Их стоимость, обычно, в несколько раз превышает стоимость несетевых инверторов. Иностранные фирмы предлагают широкий ассортимент инверторов, специально разработанных для солнечных батарей. Такие инверторы уже имеют блок регулятора отбора максимальной мощности и блок регулятора заряда.

   Таким образом, можно выделить основные характеристики инвертора, на которые стоит обращать внимание при его подборе:

1. Номинальная мощность, Вт – определяет, какая суммарная мощность нагрузок может постоянно питаться от данного инвертора.
2. Максимальная (пиковая) мощность, Вт – определяет, какой максимальный пик мощности может выдержать инвертор во время работы от аккумуляторных батарей. Некоторые нагрузки, в особенности электродвигатели, компрессоры или насосы имеют стартовую мощность, которая в 2-7 раз выше их номинального потребления.
3. Форма выходного сигнала – характеристика, которая определяет качество инвертора. Хороший инвертор должен иметь синусоидальную форму, идентичную сетевой.
4. Сила тока встроенного зарядного устройства (при его наличии) – определяет, какую максимальную емкость аккумуляторов может зарядить встроенное зарядное устройство.
5. Наличие температурного датчика для корректировки напряжения заряда в зависимости от окружающей температуры. В холодное время напряжение заряда должно быть выше, при жаре наоборот ниже. Если не происходит такая компенсация, то дорогостоящие АКБ могут недозаряжаться или перезаряжаться, что приведет к их преждевременному выходу из строя.
6. Наличие спящего режима – способность инвертора переходить в экономный режим при отсутствии нагрузок, и «просыпаться» при включении нагрузки. В спящем режиме собственное потребление инвертора значительно ниже, чем в рабочем. Это особенно важно в автономных системах, где данная характеристика может довольно существенным образом повлиять на время автономной работы всей системы.
7. Наличие встроенного реле переключения позволяющего автоматически подстраховать питание нагрузок при пропадании внешней сети. Обычный инвертор без встроенного реле имеет только выход переменного тока, к которому подключаются нагрузки, питаемые от аккумуляторных батарей. Инвертор со встроенным реле имеет «входящую» и «выходящую» линии. К входу подключена внешняя электросеть, которая передается на нагрузки через реле. В момент пропадания внешней сети срабатывает реле, и приборы начинают питаться от аккумуляторов.

*3.3.2 Выбор инверторов*

При выборе инверторов были рассмотрены следующие варианты:

1. Установка одного общего инвертора, автономная система;
2. Установка семи инверторов, автономная система;
3. Установка шести инверторов, резервная система;
4. Установка четырех инверторов, резервная система.

*Вариант № 1*

*Установка одного общего инвертора, автономная система*

Для того чтобы установить один общий для всей системы инвертор необходимо соединить все установленные солнечные панели.

Все необходимые данные представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Соединение панелей для первого варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соедине- ния | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 9 | 7,61 | 319,5 | 2431,395 |
| 10 | 355 | 7·2701,395 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 11 | 390,5 | 2·2971,705 |
| 11 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 9 | 7,55 | 238,5 | 1800,675 |
| 10 | 265 | 2000,75 |
| 12 | 318 | 2·2400,9 |
| 12 |
| 13 | 344,5 | 7·2600,975 |
| 13 |
| 13 |
| 13 |
| 13 |
| 13 |
| 13 |
| 1040х670х35 | 5,15 | 17,5 | 90 | 14 | 5,15 | 245 | 1261,75 |
| 1480х990х35 + 1480х680х35 | 8 | 26,5/17,5 | 200/  140 | 13+1 | 8 | 362 | 3·2896 |
| 13+1 |
| 13+1 |
| 1320х990х35 | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2700,15 |
| 15 |
| 15 |
| 15 |
| 15 |
| 15 |
| 16 | 376 | 2880,16 |
| 16 |
| 1480х680х35 | 8 | 17,5 | 140 | 21 | 8 | 367,5 | 2940 |
| 20 | 350 | 2800 |
| 6 | 105 | 840 |
| Все группы панелей | параллельно |  |  |  | 450 | 266 | 380 | 89885,13 |

Так как система автономная, принимаем к установке инвертор OFF-Grid, то есть не соединенный с сетью, Santec EMD-C120K3/3L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 96000 (32000·3) Вт;
* Пиковая мощность – 144000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 380В;
* Выходящее напряжение – 220/380В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Вариант №2*

*Установка семи инверторов, автономная система*

Для второго варианта все панели были поделены на секции, каждая из которых была оснащена собственным инвертором, подходящим по всем необходимым параметрам. В варианте №2 выбираются инверторы типа OFF-Grid, так как система полностью автономна, как и в варианте №1.

*Секция № 1*

Расположение: левая часть здания, спортзал.

Таблица 3.5 – Соединение панелей для секции №1 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 9 | 7,61 | 319,5 | 2431,395 |
| 10 | 355 | 4·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 2600,975 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 52 | 37,99 | 360 | 13137,02 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/1L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 16000 Вт;
* Пиковая мощность – 24000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 360В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Секция №2*

Расположение: Верхняя часть здания.

Таблица 3.6 – Соединение панелей для секции №2 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соедине- ния | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 10 | 7,61 | 355 | 3·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 11 | 390,5 | 2971,705 |
| 11 |
| 1480х680х35 | 8 | 17,5 | 140 | 20 | 8 | 350 | 2800 |
| 21 | 367,5 | 2940 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 93 | 54,05 | 380 | 19788,06 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/3L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 24000 (8000·3) Вт;
* Пиковая мощность – 36000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 380В;
* Выходящее напряжение – 220/380В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Секция №3*

Расположение: левая часть здания.

Таблица 3.7 – Соединение панелей для секции №3 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1040х670х35 | последовательно | 5,15 | 17,5 | 90 | 2 | 5,15 | 35 | 180,25 |
| 3 | 52,5 | 2·270,375 |
| 3 |

Продолжение таблицы 3.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 8 | 15,45 | 48 | 721 |

Принимаем к установке инвертор типа ФОРТ F25.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 1200 Вт;
* Пиковая мощность – 2500 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 48В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – Украина.

*Секция №4*

Расположение: левая часть здания.

Таблица 3.8 – Соединение панелей для секции №4 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1320х990х35 | последовательно | | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 9 | 7,55 | 238,5 | 1800,675 |
| 10 | 265 | 2000,75 |
| 13 | 344,5 | 2·2600,975 |
| 13 |
| Группа панелей | | параллельно |  |  |  | 75 | 45,52 | 360 | 14403,68 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/1L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 16000 Вт;
* Пиковая мощность – 24000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 360В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Секция №5*

Расположение: центральная часть здания

Таблица 3.9 – Соединение панелей для секции №5 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1480х990х35 | последовательно | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 3·2600,975 |
| 13 |
| 13 |
| 1480х990х35 + 1480х680х35 | 7,55/ 8 | 26,5/17,5 | 200/ 140 | 14 | 8 | 362 | 3·2896 |
| 14 |
| 14 |
| 1320х990х35 | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 16 | 376 | 2·2880,16 |
| 16 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 143 | 77,29 | 380 | 27651,55 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C40K3/3L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 32000 (10666·3) Вт;
* Пиковая мощность – 48000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 380В;
* Выходящее напряжение – 220/380В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Секция №6*

Расположение: правая часть здания, около галереи

Таблица 3.10 – Соединение панелей для секции №6 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1480х680х35 | последовательно | 8 | 17,5 | 140 | 6 | 8 | 105 | 840 |
| 1040х670х35 | 5,15 | 17,5 | 90 | 6 | 5,15 | 105 | 540,75 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 12 | 13,15 | 105 | 1380,75 |

Принимаем к установке инвертор типа Merton 2KVA.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 1600 Вт;
* Пиковая мощность – 2400 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 120В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – нет;
* Производство – КНР.

*Секция №7*

Расположение: правая часть здания.

Таблица 3.11 – Соединение панелей для секции №7 второго варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1320х990х35 | последовательно | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 12 | 7,55 | 318 | 2·2400,9 |
| 12 |
| 13 | 344,5 | 2600,975 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 67 | 37,97 | 360 | 12803,08 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/1L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 16000 Вт;
* Пиковая мощность – 24000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 360В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

*Вариант № 3*

*Установка шести инверторов, резервная система*

Для третьего варианта, так же как и для второго, все панели были поделены на секции, каждая из которых была оснащена собственным инвертором, подходящим по всем необходимым параметрам. В варианте №3 выбираются инверторы типа ON-Grid, так как система соединена с сетью, и один инвертор Off-Grid для зарядки аккумуляторных батарей.

*Секция № 1*

Расположение: левая часть здания, спортзал.

Таблица 3.12 – Соединение панелей для секции №1 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 9 | 7,61 | 319,5 | 2431,395 |
| 10 | 355 | 4·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 10 |
| 1480х990х35 | | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 2600,975 |
| Группы панелей | | параллельно |  |  |  | 52 | 37,99 | 360 | 13137,02 |
| 1320х990х35 | последовательно | | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 9 | 7,55 | 238,5 | 1800,675 |
| 10 | 265 | 2000,75 |
| 13 | 344,5 | 2·2600,975 |
| 13 |
| Группа панелей | | параллельно |  |  |  | 75 | 45,52 | 360 | 14403,68 |
| Две секции | | параллельно |  |  |  | 127 | 83,42 | 360 | 27540,7 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №2*

Расположение: Верхняя часть здания.

Таблица 3.13 – Соединение панелей для секции №2 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 10 | 7,61 | 355 | 3·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 11 | 390,5 | 2971,705 |
| 11 |
| 1480х680х35 | 8 | 17,5 | 140 | 20 | 8 | 350 | 2800 |
| 21 | 367,5 | 2940 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 93 | 54,05 | 380 | 19788,06 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №3*

Расположение: левая часть здания.

Таблица 3.14 – Соединение панелей для секции №3 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1040х670х35 | последовательно | 5,15 | 17,5 | 90 | 2 | 5,15 | 35 | 180,25 |
| 3 | 52,5 | 2·270,375 |
| 3 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 8 | 15,45 | 48 | 721 |

Принимаем к установке инвертор типа SKN-5000 (3500Вт).

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 3500 Вт;
* Максимальный входящий ток – 125А;
* Рабочее входящее напряжение – 48В;
* Максимальный выходящий ток – 22,7А;
* Выходящее напряжение – 160-280В;
* Точность стабилизации при наличии сети – 220В±10%;
* Ток заряда 5А~15А.

*Секция №4*

Расположение: Центральная часть здания

Таблица 3.15 – Соединение панелей для секции №4 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1480х990х35 | последовательно | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 3·2600,975 |
| 13 |
| 13 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |

Продолжение таблицы 3.15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1480х990х35 + 1480х680х35 |  | 7,55/ 8 | 26,5/17,5 | 200/ 140 | 14 | 8 | 362 | 3·2896 |
| 14 |
| 14 |
| 1320х990х35 |  | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 16 | 376 | 2·2880,16 |
| 16 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 143 | 77,29 | 380 | 27651,55 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №5*

Расположение: правая часть здания, около галереи

Таблица 3.16 – Соединение панелей для секции №5 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1480х680х35 | последовательно | 8 | 17,5 | 140 | 6 | 8 | 105 | 840 |
| 1040х670х35 | 5,15 | 17,5 | 90 | 6 | 5,15 | 105 | 540,75 |

Продолжение таблицы 3.16

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 12 | 13,15 | 105 | 1380,75 |

Принимаем к установке инвертор типа INVB2000-110-230.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность: 1600 Вт;
* Рабочая температура: -5~+45оС
* Входящее напряжение:110(88-132)В;
* Выходящее напряжение: 230В;
* Частота: 50 Гц;
* Производство: Германия.

*Секция №6*

Расположение: правая часть здания.

Таблица 3.17 – Соединение панелей для секции №6 третьего варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1320х990х35 | последовательно | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 12 | 7,55 | 318 | 2·2400,9 |
| 12 |
| 13 | 344,5 | 2600,975 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 67 | 37,97 | 360 | 12803,08 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/1L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 16000 Вт;
* Пиковая мощность – 24000 Вт;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 360В;
* Выходящее напряжение – 220В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

Для секции №6 выбираем инвертор типа OFF-Grid, так как данная секция будет работать на заряд аккумуляторных батарей, которые будут использоваться, как резервные, для питания серверной во время перерывов в электроснабжении в городской электросети.

*Вариант № 4*

*Установка четырех инверторов, резервная система*

В варианте №4 выбираются инверторы типа ON-Grid, так как система соединена с сетью + 1 инвертор типа OFF-Grid, для резервной секции.

*Секция № 1*

Расположение: левая часть здания, спортзал.

Таблица 3.18 – Соединение панелей для секции №1 четвертого варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | | Способ соединения | I1, А | | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | | Последова-тельно | 7,61 | | 35,5 | 270 | 9 | 7,61 | 319,5 | 2431,395 |
| 10 | 355 | 3·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 1480х990х35 | | 7,55 | | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 2600,975 |
| 1320х990х35 | Последова-тельно | | 7,66 | 23,5 | | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
|  |  | |  | 15 |  |  |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | | 200 | 9 | 7,55 | 238,5 | 1800,675 |
| 10 | 265 | 2000,75 |
| 13 | 344,5 | 2·2600,975 |
| 13 |
| 1040х670х35 | | последова-тельно | 5,15 | 17,5 | | 90 | 14 | 5,15 | 245 | 1261,75 |
| Все группы панелей | | параллельно |  |  | |  | 141 | 88,66 | 360 | 28802,45 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №2*

Расположение: Верхняя часть здания.

Таблица 3.19 – Соединение панелей для секции №2 четвертого варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соедине-ния | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1956х992х50 | последовательно | 7,61 | 35,5 | 270 | 10 | 7,61 | 355 | 3·2701,55 |
| 10 |
| 10 |
| 11 | 390,5 | 2971,705 |
| 11 |
| 1480х680х35 | последова-тельно | 8 | 17,5 | 140 | 20 | 8 | 350 | 2800 |
| 21 | 367,5 | 2940 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 93 | 54,05 | 380 | 19788,06 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №3*

Расположение: центральная часть здания

Таблица 3.20 – Соединение панелей для секции №2 четвертого варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1480х990х35 | последовательно | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 3·2600,975 |
| 13 |
| 13 |
| 1480х990х35 + 1480х680х35 | 7,55/ 8 | 26,5/17,5 | 200/ 140 | 14 | 8 | 362 | 3·2896 |
| 14 |
| 14 |
| 1320х990х35 | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 16 | 376 | 2·2880,16 |
| 16 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 143 | 77,29 | 380 | 27651,55 |

Принимаем к установке инвертор типа Eurowind ESG 30K 380B.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 30000 Вт;
* Пиковая мощность – 33000 Вт;
* Максимальный входящий ток – 150А;
* Рабочее входящее напряжение – 220-380В;
* Максимальный выходящий ток – 450А;
* Выходящее напряжение – 310-450В;
* Производство – КНР.

*Секция №4*

Расположение: правая часть здания.

Таблица 3.21 – Соединение панелей для секции №4 четвертого варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид панели | Способ соединения | I1, А | U1,В | P1,Вт | Кол-во | Iобщ, А | Uобщ, В | Pобщ, Вт |
| 1320х990х35 | последовательно | 7,66 | 23,5 | 180 | 15 | 7,66 | 352,5 | 2·2700,15 |
| 15 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 26,5 | 200 | 13 | 7,55 | 344,5 | 2600,975 |
| 1480х990х35 + 1480х680х35 | 7,55/8 | 26,5/17,5 | 200/140 | 12+3 | 8 | 370,5 | 2·2964 |
| 12+3 |
| Группы панелей | параллельно |  |  |  | 73 | 38,87 | 380 | 13929,275 |

Принимаем к установке инвертор типа Santec EMD-C20K3/3L.

Параметры инвертора:

* Номинальная мощность – 16000 (5333·3) Вт;
* Пиковая мощность – 150% от номинальной;
* Тип синусоиды – чистая;
* Входящее напряжение – 380В;
* Выходящее напряжение – 220/380В;
* Заряд от сети – да;
* Производство – КНР.

Для секции №4 выбираем инвертор типа OFF-Grid, так как данная секция будет работать на заряд аккумуляторных батарей, которые будут использоваться, как резервные, для питания серверной во время перерывов в электроснабжении в городской электросети.

* 1. **Выбор аккумуляторных батарей**

*3.4.1 Выбор типа аккумуляторных батарей*

В автономных системах электроснабжения для сохранения вырабатываемого первичным источником энергии электричества применяются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи различных типов.

Основные типы этих аккумуляторов следующие:

* стартерные (автомобильные);
* AGM (герметичные);
* Gel (герметичные гелевые);
* заливные с намазными пластинами (серия OPzS).

Щелочные аккумуляторы не нашли применения в фотоэлектрических системах.

Определяющими факторами при выборе аккумуляторных батарей для альтернативной системы электроснабжения являются цена, условия, при которых будет работать батарея (температура, условия обслуживания, наличие специального помещения и т.п.), а также ожидаемый срок службы аккумуляторной батареи.

Применение автомобильных стартерных батарей в системах электроснабжения может быть оправдано только в системах, которые будут под пристальным контролем обслуживающего персонала (необходимо следить за уровнем и плотностью электролита, регулярно проводить выравнивающий заряд аккумуляторной батареи, и т.п.). Для эксплуатации такого типа батарей необходимо отдельное, хорошо вентилируемое помещение. Еще одним минусом данного типа батарей является потеря части энергии вследствие саморазряда. Автомобильные аккумуляторы имеет смысл ставить, если система работает в очень тяжелых условиях, аккумуляторы сильно разряжаются и возможности зарядить их до 100% нет. Срок эксплуатации таких аккумуляторов составляет около 3-х лет. Поэтому, если срок эксплуатации солнечных батарей составляет 15-20 лет и более, то необходимо несколько раз производить полную замену аккумуляторов в фотоэлектрической системе. Плюсом данного типа аккумуляторов является относительно невысокая цена.

Для систем альтернативного электроснабжения разработаны специальные, "солнечные" аккумуляторы. Срок их эксплуатации составляет около 20 лет. Эти аккумуляторы очень часто работают по тому же принципу, что и обычные автомобильные стартерные батареи, однако они спроектированы специально для использования в системах автономного электроснабжения. Имеют пониженное выделение газа. Допускают много циклов заряд - разряда, до 60% от номинальной емкости без повреждения и значительного сокращения срока службы. Такие аккумуляторы выпускаются как отдельные банки напряжением 2 - 12В емкостью от 150 А/ч и выше.

В связи с этим, в системах на базе возобновляемых источников энергии, а также в системах бесперебойного питания, целесообразно использовать, хотя и более дорогие (по сравнению с автомобильными аккумуляторами), герметичные, необслуживаемые АБ, типа AGM (Absorbent Glass Mat) или Gel (Gel Electrolite).

*Технология AGM*

[Технология AGM - (Absorbent Glass Mat](http://www.solarinntech.ru/products/list.php?SECTION_ID=11) - “поглощающее стекловолокно”). В качестве электролита используется кислота в жидком виде. Но пространство между электродами заполнено микропористым материалом-сепаратором на основе стекловолокна. Это вещество действует как губка, оно полностью всасывает всю кислоту и удерживает её, не давая растекаться.

При протекании химической реакции внутри такого аккумулятора образуются газы (в основном водород и кислород, их молекулы являются составными частями воды и кислоты). Их пузырьки заполняют некоторые из пор, при этом газ не улетучивается. Он принимает непосредственное участие в химических реакциях при подзарядке батареи, возвращаясь обратно в жидкий электролит. Этот процесс называется рекомбинацией газов. В современных AGM аккумуляторах эффективность рекомбинации достигает 95-99%. Т.е. внутри корпуса такого аккумулятора образуется ничтожно малое количество свободного ненужного газа и электролит не меняет своих химических свойств на протяжении многих лет. Тем не менее, по истечению очень долгого времени свободный газ создает внутри батареи избыточное давление, когда оно достигает определенного уровня, срабатывает специальный выпускной клапан. Этот клапан также защищает батарею от разрыва в случае возникновения внештатных ситуаций: работа в экстремальных режимах, резкое повышение температуры в помещении из-за внешних факторов и тому подобное.

Специальное техническое обслуживание батарей AGM не требуется. Аккумуляторные батареи, изготовленные по технологии AGM, не требуют обслуживания и дополнительной вентиляции помещения. Относительно недороги батареи типа AGM прекрасно работают в буферном режиме с глубиной разряда не более 20%. В таком режиме служат до 10-15 лет.

Если же их использовать в циклическом режиме и разряжать хотя бы до 30-40%, то их срок службы существенно сокращается. Батареи подобного типа часто используются в небольших автономных солнечных энергосистемах. Тем не менее, в последнее время появились AGM батареи, которые рассчитаны на более глубокие разряды и цикличные режимы работы. Главная техническая особенность AGM аккумуляторов, в отличие от стандартных свинцово-кислотных батарей, - возможность работы в режиме глубокого разряда. То есть они могут отдавать электрическую энергию на протяжении длительного времени (часы и даже сутки) до состояния, когда запас энергии падает до 20-30 % от первоначального значения. После проведения зарядки такого аккумулятора он практически полностью восстанавливает свою рабочую емкость. Конечно, совсем бесследно такие ситуации проходить не могут. Но современные AGM аккумуляторы выдерживают от 600 и выше циклов глубокой разрядки.

Кроме того, у AGM батарей очень малый ток саморазряда. Заряженная батарея может храниться неподключенной долгое время. Например, за 12 месяцев простоя заряд аккумулятора упадет всего до 80% от первоначального. AGM аккумуляторы обычно имеют максимальный разрешенный ток заряда 0,3С, и конечное напряжение заряда 15-16В. Такие характеристики достигаются не только за счет конструктивных особенностей AGM технологии. При изготовлении батарей используются более дорогие материалы с особыми свойствами: электроды изготавливаются из особо чистого свинца, сами электроды делают более толстыми, в электролит входит серная кислота высокой степени очистки.

Несмотря на все перечисленные плюсы, по своим характеристикам батареи типа AGM уступают аккумуляторам, изготовленным по технологии GEL.

*Технология GEL*

[Технология GEL - (Gel Electrolite).](http://www.solarinntech.ru/products/list.php?SECTION_ID=12) В жидкий электролит добавляют вещество на основе двуокиси кремния (SiO2), в результате чего образуется густая масса, напоминающая по консистенции желе. Этой массой и заполнено пространство между электродами внутри аккумулятора. В процессе химических реакций в толще электролита возникают многочисленные газовые пузыри. В этих порах и раковинах происходит встреча молекул водорода и кислорода, т.е. газовая рекомбинация.

В отличие от AGM технологии гелевые аккумуляторы ещё лучше восстанавливаются из состояния глубокого разряда, даже в том случае, когда к процессу заряда не приступили сразу же после зарядки батарей. Они способны перенести более 1000 циклов глубокой разрядки без принципиальной потери своей емкости. Так как электролит находится в густом состоянии, то он менее подвержен расслоению на составные части воду и кислоту, поэтому гелевые аккумуляторы лучше переносят плохие параметры тока подзаряда.

Почти все герметичные аккумуляторы могут устанавливаться на боку.   
Гелевые аккумуляторы тоже отличаются по назначению - есть как [общего назначения](http://solarhome.ru/batteries/general/gel.htm), так и [глубокого разряда](http://solarhome.ru/batteries/deepcycle/ritar/gel.htm). Гелевые батареи лучше выдерживают циклические режимы заряда-разряда. Также, они лучше переносят сильные морозы. Их применение более желательно в системах автономного электроснабжения, а так же в случаях, когда отключения внешней электрической сети происходят постоянно, с завидной цикличностью. Однако они дороже AGM батарей и тем более стартерных.

Гелевые аккумуляторы имеют примерно на 10-30% больший срок службы, чем AGM аккумуляторы. Также, они менее болезненно переносят глубокий разряд. Одним из основных преимуществ гелевых аккумуляторов перед AGM является существенно меньшая потеря емкости при понижении температуры аккумулятора. К недостаткам можно отнести необходимость строгого соблюдения режимов заряда.

Поэтому гелевые аккумуляторы рекомендуется применять там, где требуется обеспечить долгий срок службы при более глубоких режимах разряда, а также, если температура аккумуляторов опускается ниже 5 градусов Цельсия.

Батареи AGM идеальны для работы в буферном режиме, в качестве запасного варианта при редких перебоях электроэнергии. В случае слишком частого подключения в работу просто уменьшается их жизненный цикл. В таких случаях использование гелевых аккумуляторов бывает экономически более оправдано.

Системы на основе технологий AGM и GEL обладают особыми свойствами, которые просто необходимы для решения задач в области автономного энергоснабжения.

Аккумуляторы, изготовленные по технологиям AGM и GEL, являются свинцово-кислотными. Они состоят из схожего набора составных частей. В надежный пластиковый корпус, обеспечивающий необходимую степень герметизации, помещены пластины - электроды, изготовленные из свинца или его особых сплавов с другими металлами. Пластины погружены в кислотную среду - электролит, который может выглядеть как жидкость, или быть в другом, более густом и менее текучем состоянии. В результате протекающих химических реакций между электродами и электролитом вырабатывается электрический ток. При подаче внешнего электрического напряжения заданной величины на клеммы свинцовых пластин, происходят обратные химические процессы, в результате которых батарея восстанавливает свои первоначальные свойства, заряжается.

Также существуют специальные аккумуляторные батареи по технологии OPzS, которые специально разработаны для "тяжелых" цикличных режимов.

Данный тип аккумуляторов создавался специально для использования в системах автономного электроснабжения. Они имеют пониженное выделение газа, допускают много циклов заряд/разряда до 70% от номинальной емкости без повреждения и значительного сокращения срока службы. Но данный тип аккумуляторов обладает достаточно высокой стоимостью по сравнению с технологиями AGM и GEL.

*Преимущества аккумуляторов изготовленных по технологии Gel*

1. Полное восстановление из состояния глубокого разряда, даже в том случае, когда к процессу заряда не приступили немедленно после разряда батареи;
2. Высокая надежность при эксплуатации в режиме циклирования;
3. Прекрасные рабочие характеристики при длительных разрядах;
4. Хорошая устойчивость в условиях высоких температур;
5. Возможность применения в условиях нестабильного сетевого электропитания;
6. Отсутствие расслоения вследствие иммобилизованного электролита;
7. Отсутствует необходимость использования уравнительного заряда;
8. Пониженный саморазряд;
9. Закрытая конструкция обеспечивает защиту положительных электродов и увеличение долговечности батареи при циклировании;
10. Утолщенные электроды снижают коррозию решетки и увеличивают долговечность батареи;
11. Улучшенная восприимчивость к подзаряду вследствие низкого внутреннего сопротивления;
12. Низкий уровень потерь воды при правильно выбранном режиме подзаряда;
13. Улучшенные эксплуатационные качества вследствие использования сверх устойчивого полимерного сепаратора со стекловолокном;
14. Надежная защита от короткого замыкания вследствие высокой механической прочности полимерного сепаратора;
15. Повышенная переносимость к плохим параметрам подзаряда.

*Область применения*

1. Системы электроснабжения в циклических/буферных режимах;
2. Бытовое потребление электроэнергии;
3. Телекоммуникации;
4. Системы искусственного охлаждения;
5. Фотоэлектрическое оборудование;
6. Солнечные элементы;
7. Ветровые элементы;
8. Запуск стационарных двигателей;
9. Электромобили;
10. Портативное медицинское оборудование;
11. Навигационные системы.

И во многих других областях, требующих работы в условиях глубокого разряда.

Исходя из вышеперечисленных свойств различного типа аккумуляторных батарей, можно сделать вывод, что для альтернативной системы электроснабжения более целесообразно применять батареи, изготовленные по технологии Gel.

*Конструкция*

Конструкция аккумуляторной батареи, изготовленной по технологии Gel, показана на рисунке. Решетки положительных и отрицательных электродов отлиты из сплава свинца с кальцием и оловом. В качестве активного материала используется особо чистый свинец (99,9999%), что в значительной степени снижает отрицательный эффект примесей и загрязнений.

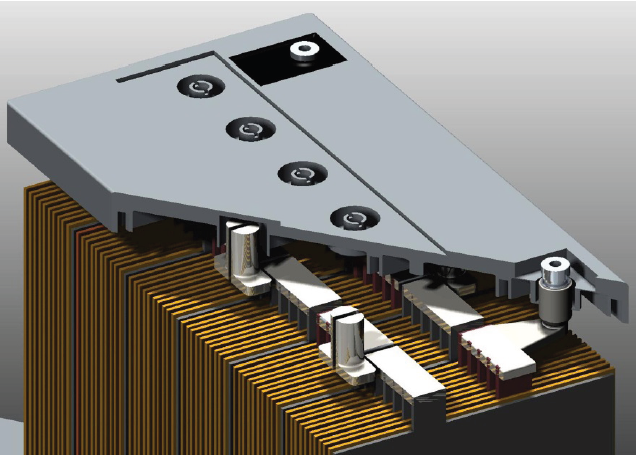
****

Рис. 3.4.2 – Аккумуляторная батарея, изготовленная по технологии Gel с разрезанной крышкой и удаленным корпусом для демонстрации внутренних частей.

Сепаратор изготавливается всемирно известным производителем, использующим современную немецкую технологию. В качестве материала подложки используется микропористый дюропластик, обладающий высокой температурной стабильностью и механической прочностью, что обеспечивает высокую вибростойкость и ударопрочность конструкции. Назначение сепаратора заключается в обеспечении зазора между положительной и отрицательной пластинами, что исключает возможность короткого замыкания, а также в создании условий взаимодействия активного материала электродов с электролитом. Кроме того, конструктивно сепаратор является открытым, что предполагает минимальное сопротивление потоку электролита при заполнении аккумуляторной батареи.

Тонкий слой (около 0,4 мм.) нетканого стекловолокна является неразделенной частью сепаратора; стекловолокно размещается напротив положительной пластины с целью улучшения поверхностного контакта.

Характеристики сепаратора:

* Объем впитываемой кислоты – 150 мл/кв.м.
* Объем пор – 70 %
* Средний размер пор – 0,5 мкм
* Максимальный размер пор – 1 мкм

Конструкция аккумуляторной батареи исключает необходимость в корректировке электролита и обеспечивает постоянство объема в период расчетного срока службы.

В нормальных эксплуатационных условиях давление в аккумуляторе превышает атмосферное давление, однако максимальная величина давления определяется предохранительным клапаном. Открытие клапана происходит приблизительно при давлении 14кПа, закрытие при снижении до 8,4 кПа.

Рекомбинация газа. Газ, образующийся при нормальных условиях эксплуатации рекомбинируется внутри батареи. Фактически более 99% образующегося в таких условиях газа рекомбинируется.

Конструкция выводов. Качество контакта между вставным выводом и свинцовой клеммой имеет огромное значение в процессе коротких разрядов при больших значениях тока. Некачественный контакт вызывает сильный разогрев выводов, что может привести к нарушению герметизации и утечке электролита. Конструкция и соответствующая технология сборки литьевых выводов исключает возникновение каких-либо проблем в процессе эксплуатации аккумуляторной батареи в течение всего расчетного срока службы.

* + 1. *Выбор количества аккумуляторных батарей*

Выбор аккумуляторных батарей напрямую зависит от вида системы электроснабжения. Рассмотрим три вида системы:

1. Автономная система;
2. Система, соединенная с сетью;
3. Резервная система.

*Автономная система*

Данный вид системы наиболее капиталоемкий, потому что необходимо обеспечить все нужды в электроэнергии на всем протяжении эксплуатации данной системы. Так как энергия вырабатывается с помощью солнечных панелей, можно предположить, что наибольшее количество энергии будет вырабатываться в дневное время, а в ночное корпус университета будет снабжаться энергией, запасенной в аккумуляторных батареях.

Для расчетов были приняты данные по затрате электроэнергии университетом за несколько лет. Они наглядно отображены в таблицах 3.22 и 3.23.

Таблица 3.22 – Счетчик №833885, установленный в ИнЕУ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год  Месяц | 2008 | | 2009 | |
| кВт·час в месяц | кВт·час в сутки | кВт·час в месяц | кВт·час в сутки |
| Январь | 6800 | 219 | 6980 | 225 |
| Февраль | 6340 | 226 | 6440 | 230 |
| Март | 6420 | 207 | 6080 | 196 |
| Апрель | 5520 | 184 | 6240 | 208 |
| Май | 3920 | 126 | 4500 | 145 |
| Июнь | 3180 | 106 | 3860 | 128 |
| Июль | 2860 | 92 | 2720 | 87 |
| Август | 2600 | 83 | 2260 | 72 |
| Сентябрь | 4580 | 152 | 4460 | 148 |
| Октябрь | 6040 | 194 | 7200 | 232 |
| Ноябрь | 7940 | 264 | 7700 | 256 |
| Декабрь | 8100 | 261 | 8800 | 283 |
| Годовое потребление | 64300 | 176 | 67240 | 184 |

Таблица 3.23 – Счетчик №782340, установленный в ИнЕУ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год  Месяц | 2008 | | 2009 | |
| кВт·час в месяц | кВт·час в сутки | кВт·час в месяц | кВт·час в сутки |
| Январь | 9260 | 298 | 8960 | 289 |
| Февраль | 8660 | 309 | 8780 | 313 |
| Март | 8580 | 276 | 7420 | 239 |
| Апрель | 6680 | 222 | 6700 | 223 |
| Май | 5140 | 165 | 5720 | 184 |
| Июнь | 4620 | 154 | 4940 | 164 |
| Июль | 3280 | 105 | 4020 | 129 |
| Август | 3020 | 97 | 3520 | 113 |
| Сентябрь | 7320 | 244 | 6016 | 200 |
| Октябрь | 8700 | 280 | 9160 | 295 |
| Ноябрь | 11140 | 371 | 10840 | 361 |
| Декабрь | 9760 | 314 | 11140 | 359 |
| Годовое потребление | 86160 | 236 | 87216 | 238 |

Делая вывод по вышеприведенным данным, можно сказать, что энергопотребление Инновационного Евразийского университета увеличивается с каждым годом, например в период с 2008 по 2009 среднее число энергопотребления в сутки увеличилось на 8 кВт.

Что еще является немаловажным, что в период, когда солнечная активность достигает наибольших значений, энергопотребление корпуса наименьшее, таким образом, в летние месяцы данная система будет работать не в полную силу, то есть будут иметь место большие потери энергии.

Чтобы определить количество необходимых аккумуляторных батарей, необходимо значение среднего значение необходимой энергии, кВт·час.

В нашем случае это число составляет 184кВт·час.

Необходимое время работы от аккумуляторных батарей – 12 часов.

Напряжение системы – 360 В.

Таким образом, необходимая емкость будет вычисляться из формулы (3.3):

 (3.3)

где *С* – емкость аккумуляторных батарей, А·ч; *P* – необходимая мощность, Вт; *t* – необходимое время работы, ч; *U* – напряжение, В.

Подставляя все значения в формулу (3.3), получим:



Так как напряжение одной аккумуляторной батареи 12В, соединяем последовательно 30 батарей, получив необходимое напряжение.

К установке примем аккумуляторные батареи HZY12-230.

Технические характеристики аккумуляторной батареи/аккумулятора Haze HZY12-230:

* Номинальное напряжение: 20В;
* Число элементов: 6;
* Срок службы: 12 лет;
* Номинальная емкость (200С): 230 А·ч;
* Рабочий диапазон температур: -200С +500С;
* Циклический режим: 2,40В/элемент;
* Буферный режим: 2,27 – 2,30 В/элемент;
* Внутреннее сопротивление: 4,5 мОм.

Зная номинальную емкость аккумуляторной батареи, которая составляет 230 А·ч, можем определить необходимое количество параллельно соединенных аккумуляторных батарей: 5111/230 = 22 шт.

Таким образом, необходимое количество аккумуляторных батарей составляет 30·22=660. 22 параллельно соединенные группы по 30 штук.

Таблица 3.24 – Емкость (А·ч) аккумуляторной батареи Haze HZY 12-230 при температуре 200С.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конечное напряжение В/элемент | 2 ч | 3 ч | 4 ч | 5 ч | 6 ч | 7 ч | 8 ч | 9 ч | 10 ч | 12 ч | 20 ч |
| 1,85 | 154 | 162 | 169 | 174 | 180 | 183 | 186 | 190 | 194 | 198 | 214 |
| 1,80 | 157 | 164 | 172 | 178 | 184 | 189 | 193 | 196 | 200 | 205 | 222 |
| 1,75 | 158 | 165 | 173 | 179 | 186 | 191 | 194 | 197 | 202 | 206 | 223 |
| 1,70 | 160 | 167 | 176 | 182 | 189 | 195 | 199 | 202 | 206 | 213 | 230 |

*Система, соединенная с сетью*

В данном случае городская электросеть выступает в роли аккумуляторной батареи. Днем выработанная энергия будет передаваться в сеть, а вечером наоборот поступать из энергосети. Таким образом, установка аккумуляторных батарей не требуется.

*Резервная система*

В случае использования резервной системы определяются потребители, которые всегда должны снабжаться энергией. Емкость аккумуляторных батарей должна обеспечивать нужды данных потребителей в часы, когда происходит сбой в энергосети.

В корпусе №1 Инновационного Евразийского университета таким потребителем является серверная комната, где располагаются компьютера с наиболее важной информацией по университету. При перерывах в электроснабжение возможна потеря необходимых данных.

Для начала определим необходимую мощность для серверной комнаты. Данные по установленной мощности оборудования, необходимого для постоянной работы, приведены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Нагрузка серверной комнаты

|  |  |
| --- | --- |
| Устройства | Установленная мощность, Вт |
| HP  PC 251  PC 3.4  PC 3.2  PC 3.252  PC 3.250  PC 99.2  Modem  Switch  Monitor  Резервное освещение | 1000  400  400  600  230  250  300  74  660  600  100 |
| Итого: | 4664 |

Напряжение системы – 360В;

Выбираем к установке аккумуляторные батареи HZY12-200

Технические характеристики аккумуляторной батареи/аккумулятора Haze HZY12-230:

* Номинальное напряжение: 20В;
* Число элементов: 6;
* Срок службы: 12 лет;
* Номинальная емкость (200С): 200 А·ч;
* Рабочий диапазон температур: -200С +500С;
* Циклический режим: 2,40В/элемент;
* Буферный режим: 2,27 – 2,30 В/элемент;
* Внутреннее сопротивление: 4,5 мОм.

Таблица 3.26 – Емкость (А·ч) аккумуляторной батареи Haze HZY 12-200 при температуре 200С

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конечное напряжение В/элемент | 2 ч | 3 ч | 4 ч | 5 ч | 6 ч | 7 ч | 8 ч | 9 ч | 10 ч | 12 ч | 20 ч |
| 1,85 | 131 | 140 | 147 | 150 | 154 | 157 | 160 | 163 | 166 | 170 | 186 |
| 1,80 | 141 | 148 | 155 | 156 | 159 | 161 | 165 | 165 | 172 | 177 | 193 |
| 1,75 | 143 | 149 | 156 | 158 | 160 | 163 | 167 | 167 | 173 | 177 | 193 |
| 1,70 | 144 | 151 | 157 | 161 | 164 | 167 | 170 | 170 | 178 | 183 | 199 |

Чтобы получить необходимое напряжение, соединяем последовательно 30 аккумуляторных батарей.

Определим время, на протяжении которого приборы могут получать энергию от аккумуляторных батарей:

U = 360B;

C = 200А·ч;

Pуст = U·C = 360·200 = 72000 Вт·ч;

Pнеобх = 5000 Вт;

t = Pуст/ Pнеобх = 72000/5000 = 14,4 часов.

Данного времени более чем достаточно для питания во время перерывов в электроснабжении.

Таким образом, окончательное число аккумуляторных батарей остается неизменным и составляет 30 штук.

* 1. **Выбор контроллеров заряда/разряда** 
     1. *Общая информация по контроллерам*

Одним из наиболее важных элементов солнечной энергосистемы является [контроллер заряда](http://www.solarinntech.ru/products/list.php?SECTION_ID=8). Контроллеры заряда используются в автономных солнечных энергосистемах для защиты аккумуляторных батарей от глубокого разряда или перезаряда. Контроллеры заряда часто могут быть встроены в инверторы или блоки бесперебойного питания.

Основными функциями контроллеров заряда являются:

1. Регулирование и индикация процессов заряда и разряда солнечного модуля;
2. Предотвращение перезаряда аккумуляторов;
3. Предотвращение глубокого разряда батарей;
4. Отключение/включение нагрузки, если нагрузка подключена через контроллер.

Использование контроллеров заряда рекомендуется в любом случае. Его использование обеспечит безопасные режимы заряда/разряда для аккумуляторных батарей. Систематический перезаряд приводит к кипению электролита и вспучиванию герметичных АКБ. Глубокий же разряд опасен для аккумуляторов тем, что ведет к сульфатации пластин и гибели АКБ. Особенно чувствительны к перезаряду и переразряду свинцово-кислотные аккумуляторы, наиболее часто применяемые в фотоэлектрических системах.

Любая правильно собранная автономная солнечная энергосистема имеет в своем составе контроллер заряда. Процесс контроля заряда/разряда аккумуляторных батарей, как правильно довольно прост. Большинство современных контроллеров имеет светодиодную индикацию.

Зеленый диод – аккумуляторы полностью заряжены;

Желтый диод – аккумуляторы имеют нормальный заряд;

Красный диод – аккумуляторы разряжены, нагрузка будет отключена.

Большинство предлагаемых на рынке контроллеров имеет достаточное количество степеней защиты:

1. Защита от неправильной полярности подключения солнечных модулей, аккумуляторных батарей и нагрузки;
2. Защита от короткого замыкания на входе солнечных модулей;
3. Защита от перегрева;
4. Защита от короткого замыкания в нагрузке;
5. Защита от обрыва в цепи аккумуляторных батарей;
6. Защита от молний варистором;
7. Защита нагрузки от перенапряжения на входе;
8. Электронный предохранитель;
9. Предотвращение разряда аккумуляторных батарей через солнечные батареи в ночное время.

Сейчас популярны контроллеры технологии ШИМ (широтно-импульсная модуляция) и МРРТ (Maximum Power Point Tracking). Существовавшие ранее модели контроллеров отключали солнечные модули при полной зарядке аккумуляторных батарей путем их закорачивания. Это ограничивало область применения подобных контроллеров лишь солнечными батареями, которые не боятся короткого замыкания. Контроллер с ШИМ - это последовательный контроллер и он отключает зарядку не закорачивая солнечные модули. Его алгоритм работы позволяет достигать 100% уровень зарядки аккумулятора. Происходит это в 4 стадии, которые выполняются автоматически в зависимости от фактического уровня заряда аккумуляторов:

1. *Стадия Максимум*. Аккумуляторы получает полностью весь ток солнечной батареи.
2. *Стадия ШИМ заряд.* Когда напряжение на аккумуляторной батарее достигает определенного уровня, контроллер начинает поддерживать постоянное напряжение за счет ШИМ тока заряда. Это позволяет избежать перегрева и газообразования в аккумуляторе. Ток уменьшается по мере заряда.
3. *Стадия Выравнивание.* Многие батареи с жидким электролитом улучшают свою работу при периодическом заряде до газообразования, при этом выравниваются напряжения и происходит очищение пластин и перемешивание электролита.
4. *Стадия Поддерживающий заряд.* Когда аккумуляторная батарея полностью заряжена, зарядное напряжение уменьшается для предотвращения дальнейшего нагрева или газообразования в батарее. Таким образом, батарея всегда поддерживается в заряженном состоянии.

Контроллер МРРТ работает по технологии управления максимальными пиками энергии. Технологии, которая позволяет заряжать аккумуляторную батарею с номинальным напряжением более низким, чем номинальное напряжение солнечной батареи. Например, появляется возможность зарядки с номинальным напряжением 12В от солнечной батареи с номинальным напряжением 24В, 48В, 60В или более. Это происходит за счет отслеживания точки максимальной мощности (Maximum Power Point Tracking) и преобразования напряжения  солнечной батареи в более низкое, но с большей силой тока. Иначе говоря, чтобы шел заряд аккумуляторной батареи, солнечный модуль должен подать напряжение на батарею более высокое, чем напряжение аккумуляторной батареи. Рабочее напряжение модуля с номинальным напряжением 12В при стандартных условиях паспортизации (освещенность 1000Вт/м2, температура 25°С, спектр АМ1.5) обычно находится в пределах 17-18В. Такое рабочее напряжение солнечного модуля выбирается для того, чтобы в жаркий солнечный день рабочее напряжение нагревшегося гораздо выше 25°С модуля снизившись примерно до 15В, по прежнему превышало напряжение полного заряда аккумуляторной батареи (при температуре 25°С это напряжение для свинцово-кислотного аккумулятора равно 14,4В). Дело обстоит по-другому при облачности. При одинаковом номинальном напряжении солнечного модуля и аккумуляторной батареи может в условиях низкой освещенности возникнуть ситуация, когда напряжение солнечной батареи меньше напряжения аккумулятора, и соответственно зарядки нет. Но ситуация меняется, когда несколько последовательно соединенных модулей с напряжением превышающим номинальное напряжение аккумулятора подключаются на вход контроллера МРРТ. Чем выше общее напряжение модулей, тем при более низкой освещенности продолжает происходить зарядка аккумулятора. Контроллер автоматически находит точку максимальной мощности системы солнечных модулей. Это позволяет получить прибавку в 30% к генерируемой модулями мощности в целом за год. Этапы зарядки МРРТ контроллера идентичны этапам зарядки контроллера с ШИМ.

* + 1. *Выбор числа и типов контроллеров заряда/разряда*

В данной системе электроснабжения имеется только один блок аккумуляторных батарей, которые будут заряжаться от секции №4.

Параметры секции:

Установленная мощность: 13929,275Вт;

Номинальное напряжение: 360В;

Номинальный ток: 38,87А.

Блок аккумуляторных батарей состоит из 30 последовательно соединенных аккумуляторов, емкостью 200А·ч, с напряжением на каждой батарее – 12В. Таким, образом, суммарное напряжение будет составлять 360В.

Выбираем контроллер, который будет удовлетворять данным условиям.

Выбираем к установке контроллер КЗА1.360.

*Технические данные:*

1. Контроллер подключается к каждой из аккумуляторных батарей, включенных последовательно. Измеряемое напряжение служит напряжением питания контроллера;
2. Общее номинальное напряжение контроллера составляет 360В;
3. Номинальное напряжение, подаваемое с измерительного шунта, 75мВ;
4. Для выдачи сигналов управления контроллер имеет выходные контакты реле (переключающие группы) «К1» и «К2». Реле «К1» срабатывает при величине напряжений, общего и каждой аккумуляторной батареи, в пределах нормы. При выходе одного из контролируемых напряжений за установленные значения, реле «К1» отключается;
5. Диапазон регулировки максимального и минимального значений напряжений аккумуляторной сборки (Uбат) и аккумулятора (Uакк), диапазон установки тока измерительного шунта и диапазон регулировки времени отключения и включения приведены в таблице 3.27:

Таблица 3.27 – Основные параметры контроллера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контроллер | Кол. АКБ | Uбат, В max | Uбат, В min | Uакк, В max | Uакк, В min | I,A шунта | tоткл, сек | tвкл, сек |
| КЗА1.360 | 30 | 0-499 | 0-449 | 0-19,9 | 0-19,9 | ±(0-99,9) | 1-999 | 1-999 |

1. Пределы допускаемой основной погрешности при измерении напряжений и тока: ±1% от номинального;
2. Точность выдержки временных интервалов, не хуже 2%;
3. Потребляемая мощность, не более 2 Вт;
4. Допустимое напряжение между цепями питания (измерения) и и исполнительными контакта реле: 1кВ;
5. Механический коммутационный ресурс выходных контактов:107;
6. Коммутационный ресурс для нагрузки 10А, 250V AC, cosφ>0,95:105;
7. Максимальное напряжение, коммутируемое выходными контактами АС: 300В;
8. Подключение проводов с помощью клеммников, сечение подводимых проводов: 0,35-1,5мм2;
9. Габаритные размеры: 140х115х65мм;
10. Время первоначальной готовности после подачи питания, не более 3 секунд;
11. Вес: не более 350 гр.;
12. Диапазон рабочих температур: -25 - +550С;
13. Степень защиты по ГОСТ 14255: корпуса – IP 40; IP 20;
14. Срок эксплуатации: не менее 10 лет.

*Контроллер обеспечивает:*

* Контроль суммарного напряжения аккумуляторной сборки;
* Контроль напряжения каждой аккумуляторной батареи;
* Контроль протекающего тока;
* Контроль общего заряда аккумуляторных батарей;
* Выдачу сигналов управления в зависимости от напряжения аккумуляторной сборки и напряжения каждой аккумуляторной батареи;
* Возможность программирования порогов срабатывания и временных задержек;
* Измерение и индикацию текущего значения суммарного напряжения, напряжений каждой батареи;
* Измерение и индикацию текущего значения тока и заряда аккумуляторных батарей;
* Светодиодную индикацию состояния батарей.

Контроллер изготовлен в корпусе, предназначенном для установки на DIN рейку, с подсоединением подводящих проводов с помощью клеммников.

*Схема подключения*

Пример подключения контроллера КЗА1.240 к 20-ти последовательно соединенным аккумуляторным батареям с использованием измерительного шунта 20А/75мВ представлен на рисунке 3.10.

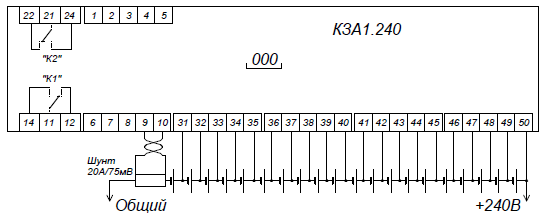


Рисунок 3.10 – Схема подключения контроллера

В данной работе нет необходимости устанавливать большее количество контроллеров, так как остальные инверторы, Eurowind ESG 30K 380V, имеют в своем составе встроенный [МРРТ контроллер](http://www.solbat.su/dopobr/kontzar/), на вход которого подается высокое (до 780В) напряжение от солнечной батареи, что позволяет без использования аккумуляторной батареи подавать переменное напряжение непосредственно в сеть.

* 1. **Выбор автоматического ввода резерва**

Устройства автоматического переключения питания на резерв (АВР) предназначены для восстановления питания потребителей путем автоматического включения резервного источника питания при отключении рабочего источника питания, приводящем к обесточиванию электроустановок потребителя напряжением до 660В переменного тока частоты 50 /60 Гц, а также для автоматического включения резервного оборудования при отключении рабочего оборудования, приводящем к нарушению нормального технологического процесса.

Устройство автоматического ввода резерва самостоятельно переключается на резервный источник питания, когда прекращается основное электроснабжение. После отключения электроэнергии автоматический ввод резерва (АВР) должен срабатывать максимально быстро.

Прежде чем подключить АВР к сети, следует устранить неполадки с короткими замыканиями, если такие есть. Многократный запуск резервных источников снабжения недопустим.

Щит автоматического ввода резерва - позволяет подключить потребителей к дополнительному источнику питания. Щит АВР защищает электрическую сеть от замыканий, автоматически переключается на резервное снабжение, а так же на основной ввод, когда в сети восстанавливается напряжение.

Шкаф автоматического ввода резерва позволяет осуществлять надежный контроль напряжения в цепях основного и резервного источников электроснабжения.

Схема автоматического ввода резерва реализуется посредством реле различного назначения, контроллеров АВР, переключателей, панелей индикации и управления.

Сбои в работе сети не только доставляют неприятности рядовому потребителю, но и могут повлечь за собой более серьезные сложности.

*Варианты алгоритмов работы*

- АВР с приоритетом первого ввода, когда электропитание потребителей осуществляется исключительно от первого ввода. В случае пропадания напряжения на нем происходит переключение на второй ввод. При восстановлении напряжения на первом вводе происходит автоматический возврат на этот ввод.

- АВР с равноценными вводами может работать длительное время, как от первого, так и от второго ввода. В случае пропадания напряжения на первом вводе или принудительном отключении электропитания, происходит автоматическое переключение на второй ввод, без возврата на первый, независимо оттого, что электропитание может быть восстановлено на первом вводе. Автоматическое переключение на первый ввод происходит в случае пропадания электропитания на втором вводе, при условии наличия электропитания на первом вводе. Возможно ручное переключение с одного ввода на другой.

- АВР без возврата. При пропадании электропитания на первом вводе, АВР автоматически переключается на второй ввод. При восстановлении электропитания на первом вводе, переключение производится только в ручном режиме.

- АВР может работать в таком режиме, когда каждый ввод работает независимо от другого на своего потребителя. В случае выхода из строя одного из вводов, все потребители подключаются к исправному вводу.

С устройствами АВР могут быть совмещены:  
- световая индикация и звуковая сигнализация;  
- приборы учета и распределения электроэнергии;  
- приборы контроля нагрузки и параметров электропитания.

Устройство АВР включает следующие функциональные узлы:  
- измерительный орган напряжения с выдержкой времени на срабатывание и возврат и дискретным выходом для перестройки уставки защиты по времени;

- орган выдержки времени АВР;

- выходные исполнительные промежуточные реле;

- реле индикации срабатывания схемы АВР с самовозвратом после восстановления напряжения основного питания;

- источник питания схемы.

Выдержка времени возврата измерительного органа напряжения регулируется от 0,8 до 1,8 секунд.

*Функции*

Аппаратура щитов АВР обеспечивает:

* контроль (максимальный и минимальный уровень с возможностью регулировки) и индикацию входного напряжения по вводам;
* контроль и индикацию наличия и чередования фаз;
* управление силовыми коммутационными аппаратами (автоматическими выключателями, моторизованным перекидным рубильником или контакторами);
* механическую и электрическую блокировки, предотвращающие одновременное включение коммутационных аппаратов;
* защиту от включения источника электропитания на аварийную нагрузку (при аварийном отключении одного автоматического выключателя, включение другого невозможно);
* формирование сигнала на запуск ДЭС;
* автоматический и ручной режимы работы;
* световую сигнализацию режимов работы;
* обеспечивает независимую работу питания (применение источника бесперебойного питания);
* питание системы автоматики АВР осуществляется от независимого источника бесперебойного питания (ИБП).

*Расчет силы тока и окончательный выбор автоматического ввода резерва*

При выборе автоматического ввода резерва основным является выбор силы тока, протекающего по цепи.

В данной дипломной работе по условиям надежности электроснабжения принимаются к установке два шкафа автоматического ввода резерва.

Сила тока для шкафа №1 будет составлять:

*Iобщ1=I1+ I2+ I3,* (3.4)

где *Iобщ1* – ток в цепи, который должен выдерживать шкаф автоматического ввода резерва №1;

*I1, I2, I3 –* ток первой, второй и третьей секции солнечных панелей.

Подставляя значения из таблиц 3.18, 3.19 и 3.20 в формулу (3.4) получим:

*Iобщ1=*88,66+54,05+77,29 = 220А.

Сила тока для шкафа №2 будет составлять:

*Iобщ1=I1+ I2+ I3+I4,* (3.5)

где *Iобщ1* – ток в цепи, который должен выдерживать шкаф автоматического ввода резерва №1;

*I1, I2, I3, I4 –* ток первой, второй, третьей и четвертой секции солнечных панелей.

Подставляя значения из таблиц 3.18, 3.19, 3.20 и 3.21 в формулу (3.5) получим:

*Iобщ1=*88,66+54,05+77,29+38,87= 258,87А.

Данным условиям полностью соответствует шкаф автоматического ввода резерва АВР-150.



Рисунок 3.11 – Шкаф автоматического ввода резерва АВР-150.

Технические характеристики:

* Род тока – переменный трехфазный;
* Номинальное напряжение – 380В;
* Сила тока при cos=0.8, ln – 270А;
* Частота – 50 Гц;
* Мощность выходная номинальная – 200 кВт;
* Мощность выходная максимальная в течении 1 часа – 220 кВт;
* Напряжение питания элементов схемы реле, контакторов – 380 В;
* Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69 – УХЛЗ;
* Степень защиты по ГОСТ 14254-96 – IP 54;
* Высота – 1000 мм;
* Ширина – 650 мм;
* Глубина – 285 мм.
  1. **Выбор счетчиков учета электрической энергии**

Для учета потребленной и сгенерированной электроэнергии в данной дипломной работе устанавливается два счетчика учета электрической энергии. Чтобы выбрать тип счетчика, необходимо проанализировать данные таблицы 3.28.

Таблица 3.28 – Сравнение индукционных и электронных счетчиков

|  |  |
| --- | --- |
| Электронные счетчики | Индукционные счетчики |
| *Преимущества* | *Недостатки* |
| Высокий класс точности (0,2-0,5%) | Низкий класс точности (не более 2,0%) |
| Сохранение точности в условиях низких и быстропеременных нагрузок | Рост погрешности при снижении нагрузки |
| Многотарифность | Нарушение метрологических характеристик при быстропеременной нагрузке |
| Возможность длительного хранения данных учета | Нарушение метрологических характеристик при несинусоидальном токе |
| Возможность фиксации несанкционированного доступа и случаев хищения электроэнергии | Слабая защита от традиционных методов хищения электроэнергии |
| Возможность дистанционного съема показателей; возможность использования АСКУЭ | Ограниченные возможности дистанционного съема данных |
| Возможность учета разных видов энергии одним прибором | Необходимость использования в точке учета нескольких счетчиков |
|  | Повышенное собственное потребление |
| *Недостатки* | *Преимущества* |
| Высокая цена | Низкая цена |
| Незащищенность от коммутационных и грозовых перепадов напряжения | Надежность, долговечность, безотказная работа с заданной точностью в течение нескольких десятков лет |

Таким образом, исходя из данных таблицы 3.28, принимаем к установке электронные счетчики. Выбираем счетчик СЕ 301 S31 146 JAVZ, который предлагается к продаже ТОО «Гестия-НС», город Астана.

Он представляет собой трехфазный многотарифный электронный счетчик активной электроэнергии в шкафном корпусе.

Интерфейс EIA485, электронная пломба, журнал событий, оптопорт. Напряжение – 220/380В;

Номинальный/максимальный ток нагрузки – 10/100А;

Корпус предназначен для крепления в шкаф из негорючего поликарбоната.

# Класс точности 1,0.

# Данный счетчик внесен в Реестр средств измерений РК. Сертифицирован. Гарантия 4 года. Для применения в промышленном и бытовом секторе, включение непосредственное, то есть для прямого включения без трансформаторов тока.

* 1. **Выбор кабельной продукции**

Для надежной работы всей системы электроснабжения с помощью фотопреобразователей немаловажным является выбор кабельной продукции для соединения непосредственно самих панелей, а также групп панелей с инверторами, контроллерами, аккумуляторными батареями и прочими устройствами.

Одним из основных условий является выбор материала проводника. Медь предпочтительнее алюминия. Она имеет большую проводимость и менее подвержена коррозии. К тому же по сравнению с медью алюминий непрочен и при нескольких изгибах может попросту сломаться. Отрицательным свойством алюминия является и его быстрая окисляемость в случае соприкосновения с воздухом, результат - образование на поверхности тугоплавкой окисной пленки. Она плохо проводит электрический ток, а значит, препятствует созданию хорошего контакта. Таким образом, выбираем медь, как материал для проводника.

Таблица 3.29 – Удельное сопротивление меди

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состояние меди | T, K | ρ, Ом·м |
| Техническая отожженная | 293 | 1,72·10-8 |
| Техническая деформированная | 293 | 1,77·10-8 |
| Особо чистая отожженная | 20 | 0,008·10-8 |
| 293 | 1,69·10-8 |
| 373 | 2,28·10-8 |

Далее определяем необходимое сечение, чтобы избежать больших потерь напряжения в кабеле. По ПУЭ допустимые потери напряжения составляют ±5%.

Исходными данными для выбора сечения являются длина кабеля, сила тока, протекающего в нем, удельное сопротивление проводника, а также допустимая величина ΔU.

, (3.6)

где ΔU – потери напряжения, R – сопротивление, I – сила тока , l – длина кабеля, S – сечение кабеля, ρ – удельное сопротивление меди.

Исходя из этих формул, получаем расчетную формулу для определения

сечения:

. (3.7)

Сечения кабелей выбирались отдельно для каждой секции.

Секция № 1

Таблица 3.30 – Выбор сечения для последовательного соединения панелей секции №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип панели | I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 1320х990х35 | 7,66 | 360 | 14 | 18 | 0,01 | 0,005 | 0,008 | 1,1 | 4 | 15,4 |
| 5 | 0,034 | 0,016 | 0,027 | 3,8 | 19 |
| 5 | 0,052 | 0,024 | 0,041 | 5,7 | 28,5 |
| 2 | 0,043 | 0,02 | 0,034 | 4,7 | 9,4 |
| 1 | 0,056 | 0,026 | 0,045 | 6,2 | 6,2 |
| 1 | 0,024 | 0,011 | 0,019 | 2,6 | 2,6 |
| 1040х670х35 | 5,15 | 7 | 0,006 | 0,004 | 0,005 | 1 | 7 |
| 4 | 0,016 | 0,011 | 0,013 | 2,7 | 10,8 |
| 1 | 0,047 | 0,033 | 0,037 | 7,7 | 7,7 |
| 1 | 0,371 | 0,259 | 0,297 | 61 | 61 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 51 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 51 |
| 2 | 0,033 | 0,016 | 0,026 | 3,7 | 7,4 |
| 1956х992х50 | 7,61 | 33 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 33 |
| 2 | 0,019 | 0,009 | 0,015 | 2,1 | 4,2 |

Таблица 3.31 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №1 (плюс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 15,16 | 360 | 1 | 18 | 0,154 | 0,037 | 0,123 | 8,6 | 6 | 8,6 |
| 5,15 | 360 | 1 | 18 | 0,007 | 0,005 | 0,006 | 1,2 | 6 | 1,2 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,022 | 0,011 | 0,018 | 2,5 | 6 | 2,5 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,034 | 0,016 | 0,027 | 3,8 | 6 | 3,8 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,085 | 0,04 | 0,068 | 9,5 | 6 | 9,5 |
| 7,61 | 360 | 1 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 1 |
| 7,61 | 360 | 1 | 18 | 0,022 | 0,011 | 0,018 | 2,5 | 6 | 2,5 |

Продолжение таблицы 3.31

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,61 | 360 | 1 | 18 | 0,033 | 0,016 | 0,027 | 3,7 | 6 | 3,7 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 1 |
| 45,52 | 360 | 1 | 18 | 0,473 | 0,037 | 0,567 | 13,2 | 6 | 13,2 |
| 37,99 | 360 | 1 | 18 | 0,472 | 0,045 | 0,567 | 15,8 | 6 | 15,8 |
| 88,66 | 360 | 1 | 18 | 1,479 | 0,06 | 10,35 | 123,6 | 35 | 123,6 |

Таблица 3.32 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №1 (минус)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,61 | 360 | 1 | 18 | 0,039 | 0,018 | 0,031 | 4,3 | 6 | 4,3 |
| 15,22 | 360 | 1 | 18 | 0,113 | 0,027 | 0,091 | 6,3 | 6 | 6,3 |
| 7,61 | 360 | 1 | 18 | 0,093 | 0,044 | 0,074 | 10,3 | 6 | 10,3 |
| 37,99 | 360 | 1 | 18 | 0,35 | 0,033 | 0,42 | 11,7 | 6 | 11,7 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,078 | 0,037 | 0,062 | 8,7 | 6 | 8,7 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 1 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 1 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,018 | 0,009 | 0,014 | 2 | 6 | 2 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,005 | 0,002 | 0,004 | 0,5 | 6 | 0,5 |
| 37,97 | 360 | 1 | 18 | 0,329 | 0,031 | 0,394 | 11 | 6 | 11 |
| 5,15 | 360 | 1 | 18 | 0,029 | 0,02 | 0,023 | 4,7 | 6 | 4,7 |
| 7,55 | 360 | 1 | 18 | 0,016 | 0,008 | 0,013 | 1,8 | 6 | 1,8 |
| 88,66 | 360 | 1 | 18 | 1,483 | 0,06 | 10,383 | 124 | 35 | 124 |

Секция №2

Таблица 3.33 – Выбор сечения для последовательного соединения панелей секции №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип панели | I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 1956х990х50 | 7,61 | 380 | 45 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 4 | 45 |
| 7,61 | 380 | 2 | 19 | 0,061 | 0,029 | 0,046 | 6,8 | 4 | 13,6 |
| 1480х680х35 | 8 | 380 | 39 | 19 | 0,014 | 0,006 | 0,011 | 1,5 | 4 | 58,5 |

Таблица 3.34 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №2 (плюс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,61 | 380 | 5 | 19 | 0,021 | 0,01 | 0,016 | 2,3 | 6 | 11,5 |
| 8 | 380 | 2 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 2 |
| 15,61 | 380 | 1 | 19 | 0,192 | 0,044 | 0,218 | 15,61 | 6 | 15,61 |
| 38,44 | 380 | 1 | 19 | 1,331 | 0,125 | 1,513 | 44 | 6 | 44 |
| 54,05 | 380 | 1 | 19 | 1,176 | 0,078 | 3,564 | 73,7 | 16 | 73,7 |

Таблица 3.35 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №2 (минус)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,61 | 380 | 5 | 19 | 0,022 | 0,011 | 0,017 | 2,5 | 6 | 12,5 |
| 8 | 380 | 2 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 6 | 2 |
| 54,05 | 380 | 1 | 19 | 2,056 | 0,137 | 6,234 | 128,9 | 16 | 128,9 |

Секция №3

Таблица 3.36 – Выбор сечения для последовательного соединения панелей секции №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип панели | I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 1480х990х35 | 7,55 | 380 | 36 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 4 | 36 |
| 1320х990х35 | 7,66 | 380 | 29 | 19 | 0,01 | 0,005 | 0,008 | 1,1 | 4 | 31,9 |
| 7,66 | 380 | 15 | 19 | 0,033 | 0,016 | 0,025 | 3,7 | 4 | 55,5 |
| 7,66 | 380 | 11 | 19 | 0,052 | 0,024 | 0,039 | 5,7 | 4 | 62,7 |
| 7,66 | 380 | 1 | 19 | 0,045 | 0,021 | 0,034 | 5 | 4 | 5 |
| 7,66 | 380 | 1 | 19 | 0,021 | 0,01 | 0,016 | 2,3 | 4 | 2,3 |
| 7,66 | 380 | 1 | 19 | 0,059 | 0,028 | 0,045 | 6,5 | 4 | 6,5 |
| 1480х990х35+ 1480х680х35 | 8 | 380 | 39 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 4 | 39 |

Таблица 3.37 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №3 (плюс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,55 | 380 | 3 | 19 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,25 | 4 | 0,75 |
| 7,66 | 380 | 2 | 19 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,25 | 4 | 0,5 |
| 45,63 | 380 | 1 | 19 | 0,467 | 0,037 | 0,531 | 13 | 4 | 13 |
| 7,66 | 380 | 1 | 19 | 0,018 | 0,009 | 0,014 | 2 | 4 | 2 |
| 8 | 380 | 3 | 19 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 4 | 3 |
| 16 | 380 | 1 | 19 | 0,157 | 0,035 | 0,119 | 8,3 | 4 | 8,3 |
| 77,29 | 380 | 1 | 19 | 1,022 | 0,048 | 6,777 | 98 | 35 | 98 |

Таблица 3.38 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №3 (минус)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,55 | 380 | 2 | 19 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,25 | 4 | 0,5 |
| 15,1 | 380 | 1 | 19 | 0,134 | 0,032 | 0,101 | 7,5 | 4 | 7,5 |
| 22,65 | 380 | 1 | 19 | 0,374 | 0,06 | 0,284 | 14 | 4 | 14 |
| 7,66 | 380 | 4 | 19 | 0,005 | 0,002 | 0,003 | 0,5 | 4 | 2 |
| 8 | 380 | 3 | 19 | 0,005 | 0,002 | 0,004 | 0,5 | 4 | 1,5 |
| 77,29 | 380 | 1 | 19 | 0,884 | 0,041 | 5,862 | 84,762 | 35 | 84,762 |

Секция №4

Таблица 3.39 – Выбор сечения для последовательного соединения панелей секции №4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип панели | I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 1320х990х35 | 7,66 | 360 | 4 | 18 | 0,024 | 0,011 | 0,02 | 2,7 | 4 | 10,8 |
| 7,66 | 360 | 13 | 18 | 0,01 | 0,005 | 0,008 | 1,1 | 4 | 14,3 |
| 7,66 | 360 | 5 | 18 | 0,033 | 0,016 | 0,027 | 3,7 | 4 | 18,5 |
| 7,66 | 360 | 5 | 18 | 0,052 | 0,024 | 0,041 | 5,7 | 4 | 28,5 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,055 | 0,026 | 0,044 | 6,1 | 4 | 6,1 |
| 1480х990х35 | 7,55 | 360 | 12 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,007 | 1 | 4 | 12 |
| 1480х990х35+ 1480х680х35 | 8 | 360 | 21 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,008 | 1 | 4 | 21 |
| 8 | 360 | 1 | 18 | 0,044 | 0,02 | 0,036 | 4,7 | 4 | 4,7 |
| 8 | 360 | 4 | 18 | 0,014 | 0,006 | 0,011 | 1,5 | 4 | 6 |
| 8 | 360 | 1 | 18 | 0,016 | 0,007 | 0,013 | 1,7 | 4 | 1,7 |
| 8 | 360 | 1 | 18 | 0,035 | 0,016 | 0,028 | 3,7 | 4 | 3,7 |

Таблица 3.40 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №4 (плюс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 7,66 | 360 | 2 | 18 | 0,005 | 0,002 | 0,004 | 0,5 | 4 | 1 |
| 8 | 360 | 3 | 18 | 0,005 | 0,002 | 0,004 | 0,5 | 4 | 1,5 |
| 23,32 | 360 | 1 | 18 | 0,372 | 0,057 | 0,297 | 13,5 | 4 | 13,5 |
| 15,55 | 360 | 1 | 18 | 0,112 | 0,026 | 0,09 | 6,1 | 4 | 6,1 |
| 38,87 | 360 | 1 | 18 | 0,728 | 0,067 | 2,331 | 63,5 | 16 | 63,5 |

Таблица 3.41 – Выбор кабелей для параллельного соединения групп панелей секции №4 (минус)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, А. | U, В. | Кол-во, шт. | ΔUдоп, В. | ΔU при Sвыбр, % | R, Ом. | Smin, мм2 | L, м. | Sвыбр, мм2 | Необходимое кол-во, м. |
| 8 | 360 | 1 | 18 | 0,034 | 0,015 | 0,027 | 3,6 | 4 | 3,6 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,032 | 0,015 | 0,025 | 3,5 | 4 | 3,5 |
| 15,55 | 360 | 1 | 18 | 0,14 | 0,032 | 0,112 | 7,6 | 4 | 7,6 |
| 8 | 360 | 1 | 18 | 0,009 | 0,004 | 0,008 | 1 | 4 | 1 |
| 7,66 | 360 | 1 | 18 | 0,045 | 0,021 | 0,036 | 5 | 4 | 5 |
| 38,87 | 360 | 1 | 18 | 0,815 | 0,075 | 2,606 | 71 | 16 | 71 |

Для соединения панелей последовательно выбираем специальный кабель RO-PVC400. Данный вид кабеля разработан специально для солнечных систем, соответствует всем нормам европейского рынка, по данным лаборатории TUV, с головным офисом в Германии.

Технические данные кабеля:

* Тип: изолированный;
* Применение: солнечные системы;
* Материал проводника: медь;
* Сечение: 4 мм2;
* Вид изоляции: сшитый полиэтилен (xlpe);
* Защита от ультрафиолетовых лучей;
* Срок службы: более 25 лет;
* Высокая термическая стойкость;
* Возможность использовать при температуре от -400С ~ +1250С;
* Высокая степень защиты от загрязнений;
* Улучшенная электропроводность;
* Высокая механическая прочность;
* Эластичность, простота в использовании;
* Могут быть применены как в автономных, так и в системах, соединенных с сетью.

Для последовательного соединения панелей необходимо 746,5 м кабеля.

Для параллельного соединения панелей в группы и для связи этих групп с инвертором принимается к установке силовой кабель марки ВВГнг. Данный тип кабеля отличается от стандартного ВВГ только тем, что его оболочка содержит негорючие материалы, поэтому он с успехом применяется для повышения уровня электрической безопасности объекта. ВВГнг – силовой кабель, предназначенный для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на напряжение до 1кВ при температуре окружающей среды от -500С до +500С при относительной влажности до 98%.

Жила кабеля ВВГнг - круглая из мягкой медной проволоки. При сечении от 16 мм2 выполняется многопроволочной. Кабель ВВГнг используется для прокладки в сухих и влажных помещениях, на специальных кабельных эстакадах, в блоках, а также для прокладки на открытом воздухе. Кабели не рекомендуются для прокладки в земле (траншеях).

Таблица 3.42 – Параметры кабеля ВВГнг

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число жил, сечение, мм2, кабеля | Наружный диаметр, мм | | Диаметр трубы, мм | | Допустимый длительный ток (А) при прокладке | |
| ВВГ | ВВГнг | ПВХ (ПНД) | Мет.тр. ДУ | В воздухе | В земле |
| 1х4 | 6 | 6 | 16 | 20 | 41 | 55 |
| 1х6 | 6,5 | 6,5 | 16 | 20 | 50 | 70 |
| 1х10 | 7,8 | 7,8 | 20 | 20 | 80 | 105 |

Продолжение таблицы 3.42

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число жил, сечение, мм2, кабеля | Наружный диаметр, мм | | Диаметр трубы, мм | | Допустимый длительный ток (А) при прокладке | |
| ВВГ | ВВГнг | ПВХ (ПНД) | Мет.тр. ДУ | В воздухе | В земле |
| 1х16 | 9,9 | 9,9 | 20 | 20 | 100 | 135 |
| 1х35 | 12,6 | 12,6 | 32 | 32 | 170 | 210 |

По данным таблицы 3.42 и формуле (3.12) все выбранные сечения проходят по условию нагрева расчетным током.

 (3.12)

Необходимое количество кабеля по сечениям представлено в таблице 3.43.

Таблица 3.43 – Сводные данные по суммарной длине выбранных кабелей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Секция  Сечение | №1 | №2 | №3 | №4 | Итого |
| 4 мм2 | 74,4 | 28 | 40,05 | 42,8 | 185,25 |
| 6 мм2 | 51,7 | 59,61 | 13 | - | 124,31 |
| 16 мм2 | - | 202,6 | - | 134,5 | 337,1 |
| 35 мм2 | 247,6 | - | 182,8 | - | 430,4 |

*Выбор кабеля от инвертора до аккумуляторных батарей*

Исходные данные: U=360B, I=38,87A, l≈20м.

Исходя из вышеперечисленных условий по выбору кабелей, принимаем к установке кабель ВВГнг, сечением 16 мм2.

Необходимое количество кабеля – 40 метров.

*Выбор кабеля до счетчиков*

По техническим параметрам кабель, соединяющий инверторы и счетчики учета электрической энергии, должен пропускать ток ≈ 200А, данным условиям соответствует кабель ВВГнг 1х35. Длина определяется по месту установки счетчиков, что решается непосредственно в зависимости от удобства учета данных.

1. **Экономическая часть**

На данном этапе развития рынка возобновляемых источников энергии текущие затраты на производство электроэнергии с помощью фотопреобразователей составляют 0,45-0,8$/кВт/ч.

Следует отметить, что стоимость различных технологий возобновляемой энергетики по прогнозам Международного энергетического агентства имеет тенденции к снижению, что обусловлено в частности и развитием научно-технических разработок. На рисунке 4.1 показана динамика стоимости различных технологий ВИЭ за период с 2000 по 2050 годы.

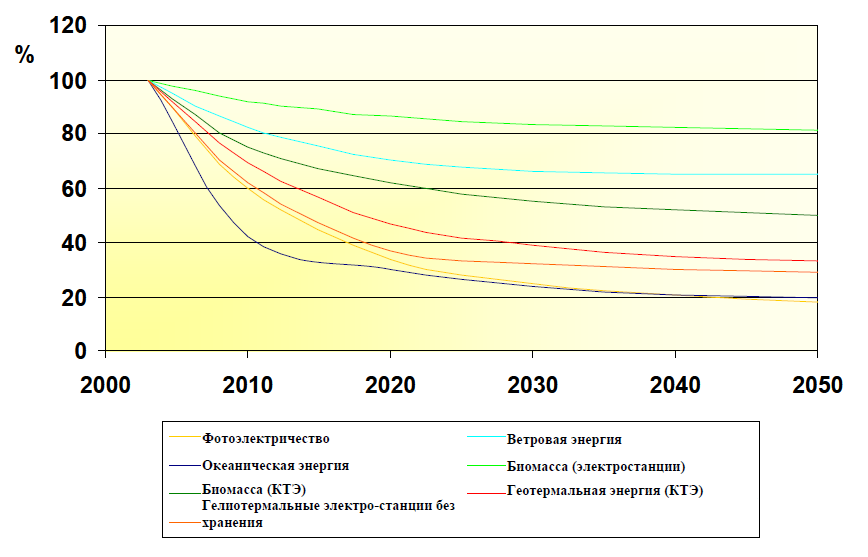


Рисунок 4.1 – Динамика стоимости различных технологий возобновляемой энергетики, рассчитанная с учетом кривых обучения.

На рисунке 4.2 приведена динамика стоимости различных технологий возобновляемой энергетики, рассчитанная с учетом кривых освоения. Следует подчеркнуть, что ожидаемое снижение затрат находится в принципиальной зависимости не от времени, а от кумулятивного эффекта массового производства, что требует в свою очередь развитие рынка этих технологий. Большинство технологий могут сократить инвестиционные затраты на 30–60% от настоящего уровня к 2020 г. и на 20–50% в период после 2040 г. достигнув своего полного развития.

Прямым следствием снижения инвестиционных затрат является снижение себестоимости производства тепловой и электрической энергии, как это показано на рисунке 4.1.

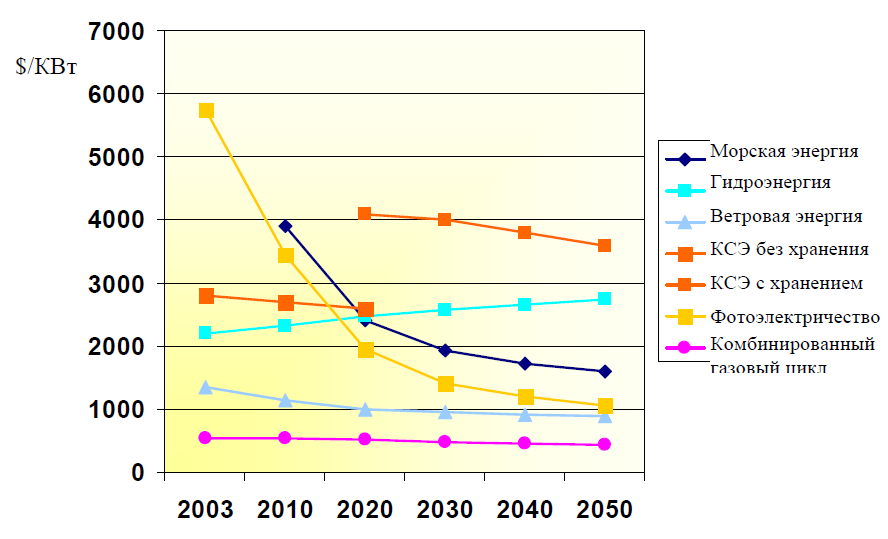


Рисунок 4.2 – Инвестиционные затраты (нормализованные по отношению к существующим уровням затрат) для различных технологий возобновляемой энергетики с учетом кривых освоения

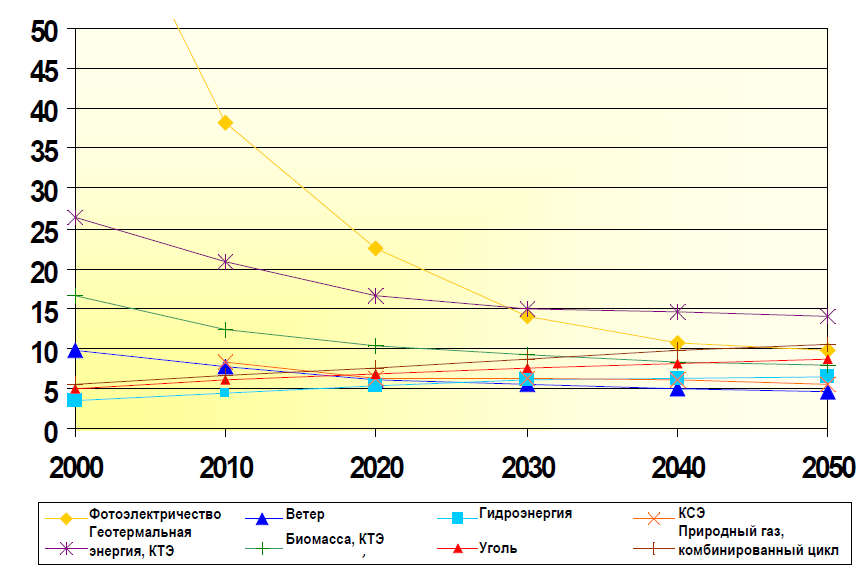


Рисунок 4.3 – Стоимость производства электроэнергии с использованием различных технологий

Таким образом, можно сделать вывод, что из года в год использование возобновляемых источников становится более выгодным, что подчеркивает актуальность данной работы.

* 1. **Расчет стоимости основного оборудования**

*Солнечные панели*

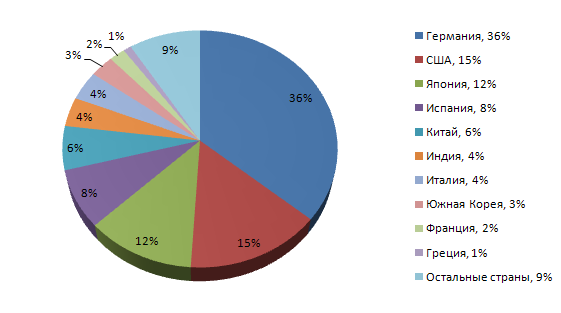
****

Рисунок 4.4 – Мировые производители солнечных панелей

В таблице 4.1 произведено сравнение цен на солнечные панели различных стран производителей.

Таблица 4.1 – Стоимость солнечных панелей в зависимости от страны производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Страна | Фирма | Цена, $/Вт |
| Россия | «Зевс» | 4 |
| Германия | Sharp | 2,88 |
| Германия | Samsung | 2,49 |
| Япония | Kyocera | 2,11 |
| Тайвань | Evergreen | 2,04 |
| Норвегия | REC | 1,99 |
| США | Ecosolargy | 1,95 |
| США | DMSolar | 1,85 |
| Канада | CanadianSolar | 1,8 |
| США | DuPont | 1,69 |
| Китай | Rosekong | 1,5 |

Таким образом, при проектировании больших солнечных систем, цена играет немаловажную роль, поэтому к установке были приняты солнечные панели, произведенные в Китае. Также, стоимость доставки из Китая в разы меньше, чем из других стран.

Расчет стоимости солнечных панелей зависит от суммарной мощности всех панелей, которая определяется из таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Сводные данные установленных панелей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Размеры панели, мм | Количество, шт. | Мощность, Вт | Итоговая мощность, Вт |
| 1956х992х50 | 91 | 270 | 24570 |
| 1480х990х35 | 173 | 200 | 34600 |
| 1320х990х35 | 122 | 180 | 21960 |
| 1480х680х35 | 50 | 140 | 7000 |
| 1040х670х35 | 14 | 90 | 1260 |

Исходя из данных таблицы 4.2, суммарная мощность составила 89 390 Вт. При стоимости 1,5$ за Ватт, стоимость всех панелей составит 134 085$. Или при курсе 145тг = 1$, данная цифра составит 19 442 325 тенге.

*Расчет инверторов*

При техническом расчете были рассмотрены 4 варианта установки инверторов. Рассмотрим эти варианты с экономической стороны.

*Вариант №1*

Устанавливается один инвертор типа Off-grid - Santec EMD-C120K3/3L. Стоимость такого инвертора на сегодняшний день составляет 21 100$.

*Вариант №2*

В данном варианте было установлено 7 инверторов типа Off-grid.

Таблица 4.3 – Цена установленных инверторов для варианта №2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Секция | Тип инвертора | Цена, $ |
| №1 | Santec EMD-C20K3/1L | 6 100 |
| №2 | Santec EMD-C20K3/3L | 7 800 |
| №3 | ФОРТ F2 | 300 |
| №4 | Santec EMD-C20K3/1L | 6 100 |
| №5 | Santec EMD-C40K3/3L | 10 200 |
| №6 | Merton 2KVA | 620 |
| №7 | Santec EMD-C20K3/1L | 6 100 |

По таблице 4.3 общая стоимость составила 37 220$.

*Вариант №3*

В данном варианте было выбрано 5 инверторов типа On-grid и один инвертор, типа Off-grid, для зарядки группы аккумуляторных батарей.

Таблица 4.4 – Цена установленных инверторов для варианта №3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Секция | Тип инвертора | Цена, $ |
| №1 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №2 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №3 | SKN-5000 (3500Вт) | 1 200 |

Продолжение таблицы 4.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Секция | Тип инвертора | Цена, $ |
| №4 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №5 | INVB2000-110-230 | 2 530 |
| №6 | Santec EMD-C20K3/1L | 6 100 |

По таблице 4.4 общая стоимость составила 68 090$.

Вариант №4.

В данном варианте было выбрано 3 инвертора типа On-grid и один инвертор, типа Off-grid, для зарядки группы аккумуляторных батарей.

Таблица 4.5 – Цена установленных инверторов для варианта №4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Секция | Тип инвертора | Цена, $ |
| №1 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №2 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №3 | Eurowind ESG 30K 380B | 19 420 |
| №4 | Santec EMD-C20K3/3L | 6 100 |

По таблице 4.5 общая стоимость составила 64 360$.

*Расчет стоимости аккумуляторных батарей*

В данной работе было рассмотрено 2 варианта установки аккумуляторных батарей.

*Вариант №1. Автономная система*

Необходимое количество аккумуляторных батарей – 660 штук. Необходимая емкость – 230А·ч. Были выбраны аккумуляторы HAZE-12-230. Стоимость одного аккумулятора составляет 613$. Стоимость всего комплекта составит – 404 140$.

*Вариант №2. Резервная система*

Необходимое количество инверторов – 30 штук.

Необходимая емкость – 200 А·ч.

Были выбраны к установке аккумуляторы HAZE-12-200.

Стоимость одного аккумулятора составляет 550$.

Стоимость комплекта – 16 500$.

Для последовательного соединения аккумуляторных батарей необходимы перемычки, в количестве 30 штук.

Стоимость одной перемычки составляет 600 тенге.

Исходя из вышеприведенных расчетов, можно сделать вывод, что резервная система, несмотря на высокую стоимость инверторов, оказывается выгодней автономной за счет меньшего количества аккумуляторных батарей.

Для группы аккумуляторных батарей необходим контроллер заряда. В данной работе был выбран контроллер КЗА1.360. Цена данного контроллера составляет ≈ 300$.

*Расчет стоимости кабельной продукции*

Все необходимые данные по выбранным кабелям предоставлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Сводная таблица по ценам выбранных кабелей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип кабеля | Необходимая длина, м. | Цена, тенге/м. | Min длина заказа | Итоговая цена, тенге |
| RO-PVC400 | 746,5 | 135 | 250 | 101 250 |
| ВВГнг 1х4(ож)-0.66 | 185,25 | 116,056 | 100 | 23 212 |
| ВВГнг 1х6(ож)-0.66 | 124,31 | 158,122 | 100 | 31 625 |
| ВВГнг 1х16-0.66 | 377,1 | 408,628 | 100 | 163 452 |
| ВВГнг 1х35-0.66 | 430,4 | 837,899 | 100 | 418 950 |

Суммарная стоимость составила – 738 489 тенге. Или при курсе 145тг = 1$, данная цифра составит 5 093$.

*Расчет стоимости автоматического ввода резерва*

В технической части данной дипломной работы к установке были приняты 2 автоматических ввода резерва, типа АВР-150. Стоимость данного оборудования составляет – 4 252,3$.

*Расчет стоимости предохранителей*

В данной работе на каждый полюс группы аккумуляторных батарей необходимо установить предохранитель. Количество полюсов – 2. Таким образом, принимаем к установке 2 предохранителя.

Таблица 4.7 – Параметры предохранителей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Номинальный ток | Напряжение | Цена, тенге | кол-во, шт. | Итоговая стоимость |
| ПН-2-80 | 80А | 380 | 365 | 2 | 730 |

*Расчет стоимости счетчиков*

В технической части к установке были приняты 2 счетчика ценой 21 300 тенге каждый. Таким образом, общая стоимость составит 42 600 тенге.

*Общее количество всего оборудования*

С учетом всех вышеприведенных данных была составлена сводная ведомость всего оборудования, приведенная в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Стоимость всего выбранного оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип оборудования | Количество, шт/м | Стоимость, тенге |
| Солнечные панели | 450 | 19 442 325 |
| Инверторы | 4 | 9 332 200 |
| Аккумуляторные батареи | 30 | 2 392 500 |
| Контроллер заряда | 1 | 43 500 |
| Перемычки для АБ | 30 | 18 000 |

Продолжение таблицы 4.8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип оборудования | Количество, шт/м | Стоимость, тенге |
| Кабели | 2050 | 738 489 |
| Автоматический ввод резерва | 2 | 616 590 |
| Предохранители | 2 | 730 |
| Счетчики учета электроэнергии | 2 | 42 600 |

Общая стоимость всего оборудования составляет – 32 583 434 тенге, или по курсу 1$ = 145 тенге, 224 713 долларов США.

Затраты на монтаж оборудования и на оплату труда рабочего персонала были взяты в расчете 10% от стоимости оборудования и составили 3 258 343 тенге или 22 471$.

Данная система практически не требует обслуживания в течение года. К годовым эксплуатационным затратам можно отнести чистку солнечных панелей от запыленности, так как она будет негативно влиять на эффективность генерации электричества. Годовые затраты были взяты в расчете 2% от стоимости оборудования и составили 651 6687 тенге или 4 494$.

* 1. **Расчет отпускной цены для продажи электроэнергии в городскую электросеть**

Проектируемая система электроснабжения является резервной, таким образом, генерируемая энергия продается в городскую электросеть, а часть энергии идет на зарядку аккумуляторных батарей, которые и служат резервом для нужд университета во время перерывов электроснабжения.

В законе «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года в статье 9 пункте 1 сказано, что «…региональные электросетевые компании, к электрическим сетям которых непосредственно подключены объекты по использованию возобновляемых источников энергии, обязаны покупать в полном объеме электрическую энергию, производимую соответствующими квалифицированными энергопроизводящими организациями, на компенсацию нормативных потерь электрической энергии в своих сетях в объеме не более пятидесяти процентов размера этих потерь». А в пункте 2 сказано, что «…Квалифицированная энергопроизводящая организация самостоятельно устанавливает отпускную цену на электрическую энергию в размере, не превышающем уровня, установленного в технико-экономическом обосновании проекта строительства объекта по использованию возобновляемых источников энергии». Таким образом, необходимо определить цену, по которой электроэнергия будет продаваться в сеть.

Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии вычисляется по следующей формуле:

, (4.1)

где W –общее количество электрической энергии, вырабатываемой электростанцией в течение года;

К – общие капиталовложения (тенге);

рН – нормативный коэффициент рентабельности;

С – годовые эксплуатационные затраты (тенге).

Общие капиталовложения вычисляются по формуле:

К = Куст +Кпр + Кстр, (4.2)

где Куст – стоимость комплектного оборудования (тенге);

Кпр – стоимость проектных работ по определению места установки на местности (тенге);

Кстр – стоимость строительных и монтажных работ по установке оборудования (тенге).

В данном проекте исходя из формулы (4.2) общие капиталовложения составляют:

К = 32 583 434 + 3 258 343 = 35 841 777 тенге

Нормативный коэффициент рентабельности:

, (4.3)

Где Т – срок службы оборудования.

Подставляя данные в (4.3), получим:



Годовые эксплуатационные затраты вычисляются по формуле:

С = Сэкс + Срем + Стоп + Сд.топ, (4.4)

Где Сэкс – годовые расходы на эксплуатацию системы электроснабжения (тенге);

Срем – годовые расходы на плановый ремонт (тенге);

Стоп – годовые затраты на топливо (тенге);

Сд.топ – годовые затраты на доставку топлива (тенге).

В данной системе отсутствуют затраты на топливо и на доставку топлива. Плановый ремонт потребуется раз в 12 лет, при замене аккумуляторных батарей, по истечению их срока службы. Таким образом годовые эксплуатационные затраты составят 651 669 тенге.

Подставив значения в формулу (4.1), получим:

тенге

Цена, по которой электрическая энергия будет продаваться в сеть, складывается из себестоимости и прибыли. Прибыль составляет 10% от себестоимости электроэнергии и равна 2,5 тенге. Таким образом, отпускная цена составит 27,7 тенге.

**4.3 Расчет срока окупаемости системы электроснабжения**

В настоящее время системы электроснабжения с помощью фотопреобразователей остаются довольно дорогими в процессе установки, но в плане обслуживания эти системы оказываются менее энергоемкими. Основная стоимость, которую необходимо будет окупить, это стоимость основных фондов. В данной работе данная цифра составляет 35 841 777 тенге, что включает стоимость оборудования и его монтажа.

Помимо того, необходимо учесть налог на данные основные фонды, в размере 2%, что составляет 716 836 тенге.

Годовые эксплуатационные затраты составляют 651 669 тенге.

Солнечные панели в данной работе являются, помимо источника генерации электроэнергии, облицовкой фасада здания университета с южной стороны. Цена облицовки фасада керамогранитом составляет 2 167 100 тенге, по цене 2600 тенге за квадратный метр. Если не устанавливать панели, то эта сумма будет включена в затраты университета. Минус керамогранита в том, что со временем данный материал себя не окупает, по сравнению с фотопреобразовательными системами.

Таким образом, изначальные капиталовложения, с учетом всех цен, составят 35 043 182 тенге.

Прибыль университета от фотопреобразовательной системы будет складываться за счет продажи электроэнергии в городскую электросеть.

Годовая выработка электроэнергии составляет 82 621 кВт·ч. При цене продажи 27,7 тенге, что обосновано выше, ежегодная прибыль составит 2 288 602 тенге. Получая ежегодно такую сумму за счет генерации собственной электроэнергии, данная система окупится за 15 лет и 2,5 месяца.

**5 Охрана труда, техника безопасности и профессиональная этика**

**5.1 Основные принципы национальной политики в области охраны труда**

Национальная политика в области охраны труда предусматривает единство действий органов государственной власти и управление всех уровней при участии профсоюзов и работодателей и основывается на следующих принципах:

* приоритета жизни и здоровья работника по отношению к результатам про­изводственной деятельности предприятий;
* полной ответственности собственника либо уполномоченного представителем (в дальнейшем −работодатель);
* комплексного решения задач охраны труда на базе государственных про­грамм по этим вопросам и координации деятельности в области охраны труда с другими направлениями экономической и социальной политики;
* установления единых требований в области охраны труда всех предприятий, независимо от форм собственности и хозяйствования;
* осуществления государственного надзора и контроля совместного вы­полнения требований охраны труда и техники безопасности на предприятиях;
* широкого использования достижений науки, техники и передового национального и зарубежного опыта в охране труда;
* стимулирования разработки и внедрения безопасной техники, технологий и средств защиты работающих, научно-исследовательской работы по охране труда;
* участия государства в финансировании охраны труда;
* проведения налоговой политики, способствующей созданию здоровых и безопасных условий труда на предприятиях;
* экономической заинтересованности предприятий в обеспечении здоровых и безопасных условий труда, а работников − в соблюдении правил и норм охраны труда и техники безопасности;
* лицензирования деятельности предприятий с позиции охраны труда;
* проведения сертификации на соответствие требованиям безопасности применяемой продукции производственного назначения;
* оценки опасности и вредности производства органами государственной экспертизы условий труда непосредственно на рабочих местах, а также в проектах строительства новых и реконструируемых предприятий;
* обеспечения работников специальной одеждой и обувью, средствами ин­дивидуальной защиты, лечебно−профилактическим питанием за счет средств соб­ственника;
* обязанности расследования и учета каждого несчастного случая на производстве и каждого профессионального заболевания, обеспечения информированности работников об уровнях производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и о принимаемых мерах по улучшению охраны труда;
* социальной защиты интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания;
* подготовки специалистов по охране труда и технике безопасности в высших и средних специальных учебных заведениях;
* всемирной поддержки деятельности представительных организаций трудящихся, работодателей, общественных объединений, предприятий и отдельных лиц, направленной на обеспечение охраны труда;
* международного сотрудничества при решении проблем охраны труда.

**5.2 Анализ условий труда, опасных и вредных производственных факторов**

Основная цель мероприятий по охране труда - ликвидация травматизма и профессиональных заболеваний. Проведение мероприятий по улучшению условий труда дает ощутимый экономический эффект - повышается производительность труда, снижаются затраты на восстановление утраченной трудоспособности.

Меры безопасности труда должны предусматриваться при проектировании, строительстве, изготовлении и вводе в действие объектов и оборудования.

Все мероприятия по охране труда проводятся с целью защиты участников трудового процесса от воздействия опасных и вредных факторов, характеризующих условия его проведения. В дипломном проекте рассматривается разработка системы электроснабжения с помощью фотопреобразователей. В данной системе присутствуют опасные факторы, связанные с монтажом оборудования. Вредные факторы на конечной стадии, то есть во время использования данной системы, как таковые отсутствуют. Солнечные панели практически не оказывают негативного влияния на окружающую среду. На экологическую обстановку может повлиять утилизация аккумуляторных батарей, которую будет необходимо производить раз в двенадцать лет.

**5.3 Влияние системы электроснабжения с помощью фотопреобразовательных систем на окружающую среду**

Солнечные станции являются еще недостаточно изученными объектами, поэтому отнесение их к экологически чистым электростанциям нельзя назвать полностью обоснованным. В лучшем случае к экологически чистой можно отнести конечную стадию – стадию эксплуатации солнечных электростанций, и то относительно.

Солнечные станции являются достаточно землеемкими. Удельная землеемкость таких станций изменяется от 0,001 до 0,006 га/кВт с наиболее вероятными значениями 0,003–0,004 га/кВт. Это меньше, чем для гидроэлектростанций, но больше, чем для тепловых и атомных электростанций. При этом надо учесть, что солнечные станции весьма материалоемки (металл, стекло, бетон), к тому же в приведенных значениях землеемкости не учитываются изъятие земли на стадиях добычи и обработки сырья.

Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности. Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами.

Гелиотехника косвенным образом оказывает влияние на окружающую среду. В районах ее развития должны возводиться крупные комплексы по производству бетона, стекла и стали. Во время изготовления кремниевых, кадмиевых и арсенид-галлиевых фотоэлектрических элементов в воздухе производственных помещений появляются кремниевая пыль, кадмиевые и арсенидные соединения, опасные для здоровья людей.

Космические солнечные электростанции за счет сверхвысокочастотного излучения могут оказывать влияние на климат, создавать помехи теле- и радиосвязи, воздействовать на незащищенные живые организмы, попавшие в зону его влияния. В связи с этим необходимо использовать экологически чистый диапазон волн для передачи энергии на Землю.

Неблагоприятные воздействия солнечной энергии на окружающую среду могут проявляться:

* в отчуждении земельных площадей, их возможной деградации;
* в большой материалоемкости;
* в возможности утечки рабочих жидкостей, содержащих хлораты и нитриты;
* в опасности перегрева и возгорания систем, заражения продуктов токсичными веществами при использовании солнечных систем в сельском хозяйстве;
* в изменении теплового баланса, влажности, направления ветра в районе расположения станции;
* в затемнении больших территорий солнечными концентраторами, возможной деградации земель;
* в воздействии на климат космических солнечных станций;
* в создании помех телевизионной и радиосвязи;
* в передаче энергии на Землю в виде микроволнового излучения, опасного для живых организмов и человека.

*Воздействие аккумуляторных батарей на окружающую среду*

Свинцово-кислотные аккумуляторы широко используются в качестве автономных химических источников тока уже около 150 лет. За это время многократно улучшились их характеристики, повысился срок службы, существенно расширилась область их применения.

Вместе с тем отработанные свинцовые аккумуляторные батареи экологически опасны. Причина этого заключается в токсичности содержащегося в них свинца (до 60% от массы батареи) и химической агрессивности кислотного электролита – раствора серной кислоты.

Свинец по концентрации в воздухе относится к 1-му классу опасности и его предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе жилых районов должна составлять 0,0003 мг/м3, в рабочей зоне 0,05 мг/м3 (среднесменная). Свинец в сточных водах относится ко второму классу опасности. Концентрация его в воде, используемой в хозяйственно-бытовых целях, не должна превышать 0,03 мг/л. Жесткие ограничения по ПДК свинца установлены также в питьевой воде (0,03 мг/л), в водных объектах рыбохозяйственного назначения (0,01 мг/л), в почве (6 мг на кг почвы). Для предприятий, перерабатывающих и производящих свинец, обязательны профилактические меры по защите рабочего персонала и необходимо наличие санитарно - защитной зоны.

Сбор и переработка отработанных свинцовых аккумуляторных батарей в экономически развитых странах рассматривается как важная экологическая проблема и пользуется государственной законодательной и финансовой поддержкой. Поэтому в странах Западной Европы на переработку идет более 90% аккумуляторного лома, в частности: – в Германии – 95%; – в Швеции – свыше 98%; – в Японии – свыше 90%; – в США – не менее 97%.

* 1. **Охрана труда при монтаже оборудования**

Монтажные работы являются наиболее опасными из всего комплекса строительно-монтажных работ, так как связаны с перемещением и установкой тяжелых элементов конструкций и обычно на большой высоте.

На строительной площадке должна быть обозначена знаками технологическая зона монтажа, то есть рабочая зона, зоны складирования, предварительной сборки и транспортирования элементов с земли к месту установки. Особое внимание должно быть уделено зоне повышенной опасности - работе нескольких монтажных механизмов на примыкающих монтажных участках, на одном или разных уровнях ра­боты по вертикали.

К монтажу и производству вспомогательных работ по разгрузке, складированию и строповке сборных элементов рабочих допускают только после вводного инструктажа*.* К производству верхолазных работ допускают монтажников не ниже 4-го разряда, старше 18 лет и со стажем работы не менее двух лет. Для получения допуска необходимо пройти курс обучения по технике безопасности и сдать необходимые испытания. Знания проверяют не реже одного раза в год, медицинское освидетельствование проводят не реже двух раз в год.

Грузозахватные приспособления, стропы и прочий инвентарь должны быть снабжены бирками с указанием грузоподъемности. Их испытывают на двойную нагрузку не менее двух раз в год, по результатам освидетельствования выдают специальные паспорта.

При работе на высоте монтажники обязательно надевают монтажные пояса и посредством цепи с крепежным устройством зацепляют себя к петлям смонтированных конструкций или к натянутым и закрепленным тросам. Рабочий инструмент должен быть в ящиках или сумках во избежание падений. При подъеме элементов для предотвращения их раскачивания или кручения они обязательно берутся на растяжки. Поднятые элементы запрещается оставлять на весу при перерывах в работе. Подъем любых грузов разрешают только при вертикальном положении полиспаста монтажного крана, т. е. без подтяжки поднимаемого элемента. Поднимаемый груз должен быть меньше или соответствовать грузоподъемности монтажного крана на данном вылете стрелы; соответствующая таблица зависимости вылета и грузоподъемности должна быть вывешена у рабочего места машиниста.

На строительной площадке устраивают проходы и проезды, на видных местах закрепляют указатели опасных и запретных зон. В ночное время стройплощадку обязательно освещают. Монтаж башенными кранами запрещается при скорости ветра 10... 12 м/с, кран на рельсах закрепляют противоугонами; при большей скорости ветра кран берут на растяжки.

Грузозахватные приспособления после каждого ремонта должны подвергаться испытанию на нагрузку, в 1,25 раза превышающую их нормальную грузоподъемность с длительностью выдержки 10 минут. Результаты осмотров грузозахватных приспособлений заносят в журнал учета. Осмотры выполняются: для траверс через каждые 6 месяцев; для строп и тары - через каждые 10 суток; для других захватов - через месяц.

Не допускается выполнение монтажных и послемонтажных работ на одной захватке, но на разных горизонтах. В отдельных случаях де­лается исключение, но при этом разрыв в уровнях не должен быть менее трех перекрытий.

Границу опасной зоны определяют расстоянием по горизонтали от возможного места падения груза при его перемещении краном. Это расстояние при максимальной высоте подъема груза до 20 м должно быть не менее 7 м, при высоте до 100 м - не менее 10 м, при большей высоте размер его устанавливают в проекте производства работ.

Особые меры предосторожности следует принимать при изменении погодных условий. Не допускается выполнение монтажных работ на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе и тумане. Работы по перемещению и установке крупноразмерных панелей стен и подобных им конструкций с большой парусностью, следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

Большое внимание при монтаже должно быть уделено безопасным приемам сварочных работ, исключающим поражение током и возникновение пожарной опасности. Запрещается вести сварочные работы под дождем, во время грозы, сильном снегопаде и скорости ветра более 5 м/с.

*Техника безопасности при прокладке кабелей*

Наибольший травматизм при монтаже новых кабельных линий наблюдается при перемещении барабанов с силовым кабелем и механизированной прокладке. Эти работы должны выполнять опытные электромонтеры под руководством бригадира.

Особую опасность представляют такелажные работы при отсутствии подъемных кранов и кабельных тележек для перевозки барабанов. В этом случае необходимо соблюдать следующие правила. Площадь сечения лафетных досок должна быть не менее 70 х 250 мм, а угол наклона не должен превышать 10—15°. Для нижних концов досок предусматривают надежные упоры благодаря устройству борозды в земле или забиванию в почву костылей. Установку лафетных досок, опирающихся на площадку автомашины или платформы, выполняют с таким расчетом, чтобы напуск их концов за борт площадки был не менее 0,5 м и при прогибе под тяжестью они не сползали со своей опоры. Для этого под доски (посредине) устанавливают подпоры.

При погрузке и разгрузке автомашину с платформой ставят на тормоз, а под колеса подкладывают тормозные клинья. Кузов автомашины оснащают аутригерами (откидными упорами). Погрузку и разгрузку барабана с кабелем производят с помощью лебедки, полиспаста или тали, прочно укрепленных на автомашине.

До начала перекатки закрепляют концы кабеля и удаляют торчащие из барабана гвозди. Барабан с кабелем допускается перекатывать только по горизонтальной поверхности, твердому грунту или прочному настилу. Размещать кабели, пустые барабаны, механизмы, приспособления и инструменты непосредственно у бровки траншей не допускается.

Кабель с барабанов разматывают при наличии тормозного приспособления и прокладывают в брезентовых рукавицах. В зависимости от массы груза, приходящегося на человека, определяют количество рабочих для прокладки кабеля. Допускается масса груза не более 35 кг для одного мужчины и 20 кг — для одной женщины. Если рабочих не хватает, кабель разматывают по частям таким образом, чтобы нагрузка на каждого работающего не превышала допустимую. Кабель переносят на плече, обращенном в сторону траншеи или кабельного канала, по бровке, свободной от грунта.

При протягивании кабеля через проем стены или трубу рабочие должны стоять на достаточном расстоянии от проема или отверстия трубы, чтобы руки не могли быть затянуты вместе с кабелем. Во время протягивания кабеля подают одновременную команду всем работающим.

На поворотах запрещается оттягивать или поправлять руками кабель, а также находиться внутри образуемого кабелем угла. В процессе механизированной прокладки кабеля необходимо следить за допустимым усилием тяжения, так как при его превышении возможны обрыв троса или кабеля и травмирование рабочих.

Земляные работы (рытье траншей и котлованов) выполняют при прокладке и ремонте кабеля. До начала работы ответственный и производитель работы по плану знакомятся с расположением находящихся в земле коммуникаций. Затем они получают разрешение на работы от эксплуатирующих эти коммуникации организаций. Рыхление грунта отбойными молотками, ломом, киркой и выемку его землеройными машинами прекращают, когда до кабеля остается не менее 0,4 м грунта. Дальнейшую выемку грунта производят лопатой. В зимнее время его отогревают до тех пор, когда над кабелем останется не менее 0,25 м грунта.

Если при рытье траншей обнаруживают неизвестный трубопровод или кабель, работу приостанавливают и извещают об этом ответственного руководителя. При обнаружении в траншее газа, место работ покидают до тех пор, пока газ не будет удален. Во избежание завала работающих землей при рытье траншей и котлованов соблюдают необходимые меры безопасности.

Траншеи и котлованы глубиной более 1 м роют с откосами, соответствующими углу естественного откоса грунта. Отвесные стенки укрепляют досками и распорками. Особенно тщательно укрепляют стенки при оплывающих или осыпающихся почвах и высоком уровне грунтовых вод. Если в дальнейшем на краю траншеи будут располагаться подъемные механизмы или тяжелые грузы, стенки траншей укрепляют при любых грунте и откосе. Траншеи и котлованы нельзя оставлять без надзора или ограждения, а вблизи проходов и проездов — без освещения в ночное время. Для пешеходов делают мостики или переходы, а для спуска в траншею (котлован) глубиной более 1 м сооружают лестницу или настил.

Во избежание повреждения открытые муфты кабелей укрепляют на прочной доске, подвешиваемой к перекинутым через траншею брусьям, а кабели помещают в закрытые короба. На коробах вывешивают предупредительный плакат «Стой — высокое напряжение!». Для безопасности работающую перекладку и сдвиг кабеля, находящегося под напряжением, производят, как правило, только после его отключения.

*Техника безопасности при установке инверторов*

Следующие условия установки инверторов позволят избежать травматизацию рабочего персонала:

* Необходимо установить инвертор только на такой поверхности, которая способна выдержать вес устройства;
* Необходимоустанавливать инвертор на вертикальной стене, которая не подвержена вибрации;
* Нельзя устанавливать и использовать поврежденный инвертор или инвертор с недостающими деталями.

**5.5 Противопожарная безопасность**

Пожары представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Как известно пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окисления и источников зажигания. Горючими компонентами являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, изоляция кабелей и другие.

Противопожарная защита - это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Источниками возгорания могут быть приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Опасность представляют располагающиеся в непосредственной близости друг от друга соединительные провода и кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции.

Чтобы избежать возникновения пожара, необходима правильная установка и эксплуатация оборудования. Таким образом, во избежание возгорания при монтаже инверторов необходимо соблюдать следующие условия:

* Устройство должно быть установлено на огнеупорной поверхности, такой как металлическая подставка;
* Нельзя располагать легко воспламеняющиеся материалы в непосредственной близости от инвертора;
* Необходимо защитить от попадания внутрь корпуса инвертора посторонних предметов, таких как скобок крепления проводки, искр при сварке, металлических опилок, пыли.
* Необходимо устанавливать инвертор в хорошо проветриваемой комнате, в которой устройство не будет подвержено прямому солнечному свету, повышению окружающей температуры, с повышенной влажностью или выпадению росы, а также сильному запылению, действию агрессивных, взрывоопасных и легковоспламеняющихся газов.

При работе с аккумуляторной батареей, следует четко соблюдать правила противопожарной безопасности, потому что заряжаясь аккумуляторы выделяют водород (этот газ является взрывоопасным):

* Рядом с аккумулятором запрещается курить;
* Следует оградить аккумуляторную батарею от источников возгорания (искры, электрическое замыкание и др.);
* При присоединении или отсоединении клемм аккумулятора, ток должен быть выключен;
* Помещение, в котором заряжается аккумуляторная батарея, должно хорошо проветриваться. Необходимо обеспечить поступление воздуха.

**5.6 Профессиональная этика**

Профессиональная этика - это совокупность моральных норм, которые определяют отношение человека к своему профессиональному долгу. Нравственные отношения людей в трудовой сфере регулирует профессиональная этика. Общество может нормально функционировать и развиваться только в результате непрерывного процесса производства материальных и ценностей.

Содержанием профессиональной этики являются кодексы поведения, предписывающие определенный тип нравственных взаимоотношений между людьми и способы обоснования данных кодексов.

Профессиональная этика изучает:

* отношения трудовых коллективов и каждого специалиста в отдельности;
* нравственные качества личности специалиста, которые обеспечивают наилучшее выполнение профессионального долга;
* взаимоотношения внутри профессиональных коллективов, и те специфические нравственные нормы, свойственные для данной профессии;
* особенности профессионального воспитания.

Каждому виду человеческой деятельности (научной, педагогической, художественной и так далее) соответствуют определенные виды профессиональной этики.

Профессиональные виды этики – это те специфические особенности профессиональной деятельности, которые направлены непосредственно на человека в тех или иных условиях его жизни и деятельности в обществе.

Изучение видов профессиональной этики показывает многообразие, разносторонность моральных отношений. Для каждой профессии какое-то особое значение приобретают те или иные профессиональные моральные нормы.

Профессиональные моральные нормы - это правила, образцы, порядок внутренней саморегуляции личности на основе этических идеалов.

Основными видами профессиональной этики являются: врачебная и педагогическая этика, этика ученого, актера, художника, предпринимателя, инженера. Каждый вид профессиональной этики определяется своеобразием профессиональной деятельности, имеет свои специфические требования в области морали.

Инженерная этика концентрируется на поведении индивида - инженера и на выработке этических норм, регулирующих его профессиональную деятельность. Инженерная этика относится к типу так называемых прикладных этик (наряду с биомедицинской этикой, экологической этикой, компьютерной этикой).

Об инженерной этике правомерно говорить и как об области научных исследований и образовательной дисциплине, и как о совокупности этических норм, регулирующих профессиональную деятельность инженера.

Инженерная этика как совокупность норм, регулирующих поведение инженера, существовала всегда. К числу ее норм мы можем отнести такие, как:

1. необходимость добросовестно исполнять свою работу;
2. создавать устройства, которые приносили бы людям пользу и не причиняли бы вреда (особый случай в этом отношении - военная техника);
3. ответственность за результаты своей профессиональной деятельности;
4. ответственность за результаты своей профессиональной деятельности;
5. определенные формы отношений (обычаи и правила, регулирующие отношения) инженера с другими участниками процесса создания и использования техники.

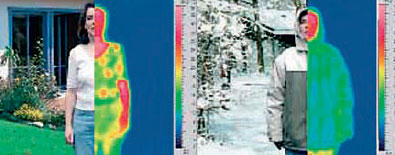
Ряд таких норм фиксируется в юридических документах - например, в законах, относящихся к вопросам безопасности, интеллектуальной собственности, авторского права. Некоторые нормы профессиональной деятельности инженеров закреплены в административных установлениях, регулирующих деятельность той или иной организации (предприятия, фирмы, института и так далее).

* 1. **Специальная часть проекта**

**6.1 Управление освещением датчиками движения и присутствия**

В настоящее время уделяется большое внимание энергосбережению во время производства и потребления электроэнергии. Одним из эффективных способов решения проблемы экономии электроэнергии является установка датчиков движения и присутствия. Принцип их работы прост: датчики автоматически включают или выключают освещение в помещении в зависимости от интенсивности естественного потока света и/или присутствия людей. Возможным это делает пассивная технология инфракрасного излучения: встроенные IR-датчики производят запись тепловой радиации и преобразовывают ее в измеряемый электрический сигнал. Люди излучают тепловую энергию, спектр которой находится в инфракрасном диапазоне и не видим человеческому глазу.

Рисунок 6.1 иллюстрирует распределение температуры человеческого тела в инфракрасном спектре. Тепловая радиация собирается оптической линзой и проектируется на инфракрасные датчики. Изменения тепловой радиации, т. е. различия в температуре, вызванные движением, регистрируются датчиками и преобразуются в электрический сигнал. Встроенная в датчик электроника обрабатывает полученный сигнал и производит заранее установленные действия (включение / выключение групп освещения).

  
Рисунок 6.1 – Распределение температуры человеческого тела в инфракрасном спектре

Оптическая система линз фиксирует тепловую радиацию и проектирует данные на инфракрасный датчик. Область обнаружения датчика поделена на активные и пассивные зоны. На инфракрасный датчик проектируются только активные зоны. В результате изменения показаний инфракрасной радиации от одной активной зоны к другой посылается сигнал (рис. 6.2).

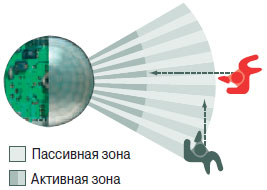
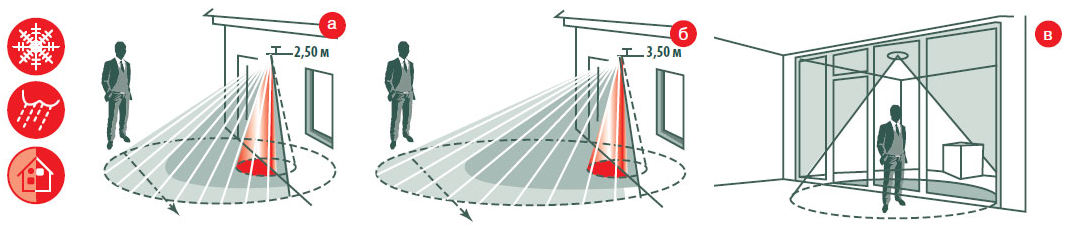


Рисунок 6.2 – Активные и пассивные зоны инфракрасного датчика движения

**6.2 Выбор между датчиками движения и присутствия**

При выборе типа датчика необходимо принимать во внимание дальность действия датчиков и их чувствительность, которая зависит от ряда факторов, способных меняться в зависимости от состояния окружающей среды и иных причин:

* диапазон действия (например, увеличение зоны покрытия с увеличением высоты установки датчика) (рис. 6.3а, 6.3б). В этом случае чувствительность уменьшается, поскольку пассивные и активные зоны становятся больше (рис. 6.3б);
* определение оптимальной диагонали движений человека, чтобы вызвать срабатывание датчика (рис. 6.2);
* влияние сезонных колебаний температуры окружающей среды. В середине лета различие температуры окружающей среды и тела человека будет невелико, в то же время зимой большая часть поверхности тела человека плотно закрыта одеждой (рис. 6.1);
* погодные явления, такие как снег, дождь и туман, поглощают инфракрасное излучение и могут уменьшить диапазон срабатывания датчика (рис. 3а).

  
Рисунок 6.3 – Изменение дальности действия и чувствительности датчиков в зависимости от некоторых факторов

Благодаря интегрированной стабилизации температурного уровня, датчики максимально компенсируют и сглаживают влияние окружающей среды на работу устройств. После выбора соответствующего датчика при его инсталляции внимание должно быть уделено возможным помехам, таким как:

* растения (деревья, кусты), колышущиеся под влиянием ветра;
* животные (собаки, кошки и т. п.);
* горячие воздушные потоки от вентиляторов или отопительного оборудования;
* электронные источники вмешательства, расположенные в непосредственной близости, например телевидение и hi-fi-устройства, компьютеры, системы радиосвязи и т. д.;
* источники искусственного освещения, установленные рядом с датчиками.

Упомянутые помехи могут вызвать неумышленное срабатывание датчика, поэтому посредством имеющихся в комплекте шторок зону покрытия можно изменять, учитывая индивидуальные особенности. Важно то, чтобы датчик имел открытое поле видимости, поскольку температурное излучение от человека не может проникнуть сквозь твердые объекты (стены, двери, окна или застекленное помещение) (рис. 6.3в).

Датчики могут быть запрограммированы с помощью дистанционного пульта управления, что облегчает установку различных параметров и настройку работы датчика, а также избавляет от необходимости применять дополнительное оборудование (инструменты, лестницы и т. п.).

Таблица 6.1 – Основные показатели датчиков движения и присутствия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Датчик движения | Датчик присутствия |
| Реакция на движение | реагирует только на активные движения | улавливает даже небольшое движение |
| Измерение освещенности | упрощенное; | точное измерение от естественного и искусственного света; |
| Измерение освещенности | прекращается при реагировании датчика и включении искусственного освещения | продолжается при реагировании датчика и включении искусственного освещения |
| Включение освещения | -простое включение освещения активируется в зависимости от степени освещенности или движения;  -пока присутствует движение, искусственный свет останется включенным | * - если дневного освещения достаточно (по заданному параметру), искусственное освещение не включится, несмотря на движение;   - два канала управления: один – включает освещение (в зависимости от естественного освещения и присутствия людей), второй – включает вентилятор или другое устройство (в зависимости от присутствия людей);  - интерфейс присоединения 1–10 В |
| Место размещения | В помещениях или на улице | идеально подходит для помещений, где люди работают сидя |
| Пример инсталляции | Комнаты / кабинеты или прихожие с малым количеством естественного света или без него, туалеты и помещения 1-го этажа | Офисы с открытой планировкой, школьные кабинеты, конференц-залы, гостиничные номера, туалеты, спортивные залы, лестницы / коридоры с естественным освещением |

**6.3 Экономический эффект**

Главное преимущество датчиков движения и присутствия – это простая установка и их настройка для последующей работы: не требуется прокладка специальных сетей управления или применение дополнительного дорогостоящего оборудования. Датчики устанавливаются в разрыв электрической цепи и сразу готовы к эксплуатации.

Главная цель данного оборудования – обеспечить пользователю комфорт и экономию энергии. Сегодня стоимость электроэнергии в Павлодаре составляет 0,05 евро/кВт (для сравнения, в Германии – 0,18–0,22 евро/кВт). Успешный опыт эксплуатации данного оборудования показывает, что оно позволяет сэкономить 70–80 % электрической энергии, затрачиваемой на освещение в здании.

Несмотря на трехкратное различие в стоимости энергии, сроки окупаемости установки датчиков движения и присутствия для Казахстана составляют 1–2 года, в зависимости от темпов роста цен на электроэнергию и мощности применяемого осветительного оборудования. Учитывая общий срок эксплуатации зданий (40–50 лет), срок окупаемости данного оборудования мал, а применение данного решения позволяет владельцу здания или управляющей компании экономить значительные средства при эксплуатации объекта.

**6.4 Установка датчиков движения и присутствия в главном корпусе Инновационного Евразийского университета**

Сотрудники Университета и студенты, как правило, не заботятся о сбережении энергии, поскольку экономически в этом не заинтересованы (не оплачивают счета за эксплуатационные расходы). Как результат, освещение в кабинетах, коридорах и санузлах включено с утра до вечера, даже когда в этом нет необходимости. Поэтому, чтобы обеспечить дополнительный комфорт в помещении необходимо создать систему автоматического поддержания требуемого уровня освещенности на рабочих местах, а также систему управления освещением в общественных помещениях. Все это позволяет собственнику достичь существенного снижения расходов на электрическую энергию, затрачиваемую на искусственное освещение.

В Университете все освещение можно разделить на группы: освещение в учебных аудиториях, в коридорах, в санузлах, а также освещение помещений, не имеющих источника естественного освещения. В зависимости от типа помещения выбирается и устанавливается определенный тип датчика.

Количество учебных кабинетов в корпусе – 83, средняя площадь аудиторий 60- 80 кв.м. Помимо учебных кабинетов имеется один спортивный и один актовый зал. Количество санузлов на корпус – 9.

Во всех помещениях была принята норма освещенности в 400 Лк. Часть кабинетов расположена вдоль окон фасада, а часть – на цокольном этаже корпуса (не имеют источников естественного освещения). Во всех помещениях этой группы устанавливаются датчики присутствия. В помещениях, расположенных по периметру здания, монтируются датчики присутствия с функцией диммирования: прибор измеряет степень освещенности в комнате и при необходимости плавно увеличивает или снижает мощность осветительных приборов от 0 до 100 % (при условии, что в комнате находятся люди). В помещениях, не имеющих источников естественного освещения, применены датчики присутствия только с функцией включения/выключения. Во всех аудиториях управление от датчиков присутствия осуществляется для люминесцентных ламп освещения.

Если рассматривать подробнее установку датчика присутствия в аудитории, то схема установки будет выглядеть примерно следующим образом. В подвесном потолке (в центре помещения) в разрыв электроцепи (до осветительных приборов) устанавливается датчик присутствия ESYLUX серии PD 360i.

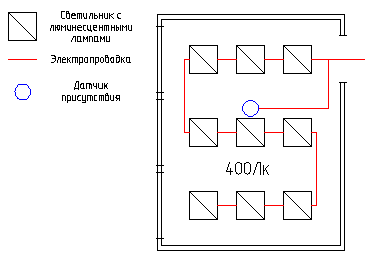


Рисунок 6.4 – Пример установки датчика присутствия

При высоте подвеса 3 м дальность его действия составляет 24 м в диаметре (настраивается с пульта дистанционного управления), таким образом, данный датчик можно применять в аудиториях, общей площадью 240 м2. Диапазон измерения датчиком смешанной освещенности составляет от 5 до 2 000 Лк, задержка отключения освещения настраивается в интервале от 1 до 15 мин. Снизить яркость освещения возможно до 10 % по истечении времени задержки выключения для дежурного освещения. Благодаря установленной на заводе программе, датчик готов к эксплуатации сразу после подключения. Индивидуальная настройка параметров выполняется с помощью пульта дистанционного управления.

Датчик измеряет степень освещенности в помещении и одновременно фиксирует присутствие людей даже по незначительным движениям. При условии, что степень освещенности в помещении становится меньше 400 Лк, и в нем присутствуют люди, датчик плавно включит освещение для достижения необходимого уровня освещенности только на нужную величину. Например, в пасмурную погоду, когда естественного освещения не хватает для поддержания освещенности в 400 Лк, датчик начнет плавно добавлять интенсивность искусственного освещения, поддерживая в кабинете заданный комфортный уровень освещенности.

Когда последний преподаватель или студент покидает кабинет, например, после окончания занятия, датчик соответственно перестает фиксировать движение и начинает работу таймер выключения освещения – по истечении заданного времени освещение либо выключится совсем, либо будет снижено до 10 % от полной мощности (режим «дежурное освещение»). Освещение включится сразу после того, как кто-либо войдет в кабинет, и при условии, что уровень освещенности в кабинете будет ниже 400 Лк.

В помещениях, которые находятся на цокольном этаже и не имеют окон, необходимо установить датчики присутствия PD 360i/24 и PD 360i/8, работа которых аналогична принципу, описанному выше, но только без функции диммирования.

В коридорах принимается к установке специальный датчик серии PD 360i/KORRIDOR. Потолочный датчик присутствия с 360о зоной покрытия. Предназначен для использования в малоосвещенных помещениях, таких как коридоры. Диаметр зоны покрытия составляет 40 метров.

Для санузлов разработаны специальные настенные датчики движения MD 180i/R, которые помимо движения также фиксируют и шумы. Чувствительность шумового сенсора настраивается отдельно. Настенный датчик движения MD 180i/R с углом охвата 180° предназначен для автоматического включения освещения. Он совместим со всеми фирменными выключателями, и заменяет собой традиционные выключатели. Может встраиваться в потолок, монтироваться до и после чистовой отделки. Программируется с помощью пульта дистанционного управления, что позволяет производить быструю и точную настройку различных параметров без использования дополнительных инструментов и проводов.

Итак, сегодня в современных жилых и коммерческих зданиях использование датчиков как средств управления искусственным освещением не только позволяет повысить комфорт эксплуатации помещений, но и становится экономически и энергетически выгодным. В среднем окупаемость проектов по энергосбережению, аналогичных описанному выше, составляет для жилых зданий – 1,5 – 2 года, для офисов – 2–2,5 года. При стабильном росте цен на электроэнергию, составляющем около 30 % в год, сроки окупаемости инвестиций будут снижаться.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» [от 4 июля 2009](http://energypartner.kz/downloads/3_rus.pdf) № 165 – IV.
2. Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» от 9 июля 2004 года №588-II, с изменениями и дополнениями от 29.12.2008 г.
3. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении» от 25 декабря 1997 года № 210 – I, с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.01.2006 г.
4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 октября 2009 года № 1529 «Об утверждении правил осуществления мониторинга за использованием возобновляемых источников энергии»
5. Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 декабря 2009 года № 2190 «[Об утверждении правил, сроков согласования и утверждения технико-экономического обоснования и проектов строительства объектов по использованию возобновляемых](http://energypartner.kz/downloads/4_rus.pdf) источников энергии»
6. Правила определения ближайшей точки подключения к электрическим и тепловым сетям и подключения объектов по использованию возобновляемых источников энергии от 1 ноября 2009 года № 270
7. Правила покупки электрической энергии у квалифицированных энергопроизводящих организаций от 29 сентября 2009 года № 264
8. Типовая инструкция по охране труда для аккумуляторщиков, ТИ Р М-011. – 2000
9. Лукутин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. – М: Энергоатомиздат, 2008 г.
10. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике. – М: Энергоатомиздат, 2008 г.
11. Исаева-Парцвания H.B., Сердюк А.И., Ступин А.Б. Выбросы вредных веществ при электрохимической переработке свинцово-кислотных аккумуляторов в электролитах на основе кремнефтористоводородной кислоты. – Вгсник Донецького университету. Сер. А. – Донецьк, 2005 г.
12. Савельев И.В. Курс общей физики: в 5 т., Т. 5. – М.: Астрель, 2002 г.
13. Л.М. Четошникова. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2010 г.
14. В.М. Житаренко. Учебное пособие по курсу возобновляемые и вторичные источники энергии. – Мариуполь, 2006 г.
15. «Датчики движения и присутствия – реальная экономия электроэнергии», Энергосбережение №7/2009. Рубрика: Автоматизация и регулирование
16. "Исследование отрасли альтернативной энергетики Республики Казахстан" IGM consulting company, 2008 г.
17. «Обзор рынка приборов учета электроэнергии», «Лица бизнеса» № 3/2 (116), Март 2006 г.
18. «Производство фотоэлектрических преобразователей и рынок кремниевого сырья в 2006-2010 гг.», «Известия вузов. Материалы электронной техники», №2’2006 г.
19. «Техническая документация Haze Battery Company Ltd, Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи. Технология Gel»
20. «Solar Home Systems», M. R.Vervaart, F. D. J. Nieuwenhout, Washington, D.C., 2001 г.
21. «Eisenbahntechnische Rundschau», M. Göbler, 2003 г., № 12
22. [www.1000va.ru](http://www.1000va.ru)
23. [www.catrade.ru](http://www.catrade.ru/sech.htm)
24. [www.electricalschool.info](http://www.electricalschool.info)
25. www.energy-bio.ru
26. [www.manbw.ru](http://www.manbw.ru)
27. [www.powerinfo.ru](http://www.powerinfo.ru;)
28. [www.solarhome.ru](http://www.solarhome.ru/autonom/pros_cons.htm)
29. [www.solarinntech.ru](http://www.solarinntech.ru)
30. www.[solarwind.net.ua](http://solarwind.net.ua/zarjad.html)
31. www.solbat.su
32. www.solnechnie-batarei.com.ua
33. www.unvert.ru