

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вегера Д.В., Власов В.Н., Писаренко В.П., Терещенко В.Д.
Тихоокеанский государственный университет, 680035, Хабаровск, Россия
e-mail: vegera79@mail.ru

Анализируются актуальные проблемы, связанные с обеспечением эффективности и безопасности функционирования телекоммуникационного оборудования. Сделан вывод о возможности применения нетрадиционной – солнечной и ветровой – электроэнергетики для обеспечения автономного функционирования объекта связи, обеспечивающего предоставление услуг мобильной связи на ограниченной территории и работающего без постоянного присутствия персонала.

Примененные аналитические и сравнительные методы ориентированы на оценку соответствия функциональных параметров рассматриваемых технических устройств (преобразующих энергию природных явлений) необходимым значениям показателей функциональной эффективности и безопасности. В результате сформулированы принципы формирования структурной схемы системы автономного электроснабжения на основе альтернативных источников электроэнергии. Приведены технические характеристики основных функциональных элементов и условия их взаимодействия в формате системы электроснабжения объекта связи.

Данная схема применена и используется для электроснабжения базовых станций GSM на автодороге Лидога-Ванино в Хабаровском крае.

Ключевые слова: телекоммуникационное оборудование, альтернативная электроэнергия, система автономного энергоснабжения, показатели функциональной эффективности, структурная схема, блок питания.

USE OF ALTERNATIVE ENERGY IN POWER SUPPLY SYSTEMS OF TELECOMMUNICATION EQUIPMENT

Vegera D.V., Vlasov V.N., Pisarenko V.P., Tereschenko V.D.
Pacific National University, 680035, Khabarovsk, Russia

The actual problems of efficiency and safety ensuring for the telecommunication equipment functioning have been analyzed. A conclusion is drawn about the possibility of application of alternative solar and wind electric power for autonomous operation of mobile communication services within the limited territory and working without permanent staff presence. The analytical and comparative methods were applied for an assessment of the correspondence of the functional parameters of the considered technical devices (converting the energy of natural phenomena) to the necessary values of the indices of functional efficiency and safety.

We have formulated principles of flowchart building for the system of autonomous power supply based on alternative energy sources. The technical description are brought of basic functional elements and conditions of their cooperation within the system of power supply of communication object.

This scheme has been applied for power supply of GSM base stations on the highway Lidoga - Vanino in the Khabarovsk Krai.

Keywords: telecommunication equipment, alternative electric power, system of autonomous energy supply, indexes of functional efficiency, flow diagram, power module.

Введение

Существующее состояние информатизации и компьютеризации общества предлагает человеку широкий спектр телематических услуг практически в любом месте его присутствия. Для обеспечения подобного рода сервисов в месте обитания пользователя необходимо иметь сети связи и терминалы пользователей, способные по своим тактико-техническим данным обеспечить устойчивую связь с поставщиками информационных услуг.

Однако при глобальном покрытии сетями связи всей территории Земли в различных странах мира, как и в нашей стране, хватает регионов, характеризующихся отсутствием стационарного постоянно действующего телекоммуникационного оборудования. В таких районах местности обычно отсутствует инфраструктура электроснабжения. Кроме того, там может не быть постоянного населения. В месте

с тем, отсутствие очагов цивилизации, как правило, не исключает миграции мобильных потенциальных пользователей (характеризующихся временным пребыванием на данной территории по личной или служебной необходимости), которых следует рассматривать в качестве возможных потребителей услуг связи. В дополнение к этому, требования обеспечения безопасности жизнедеятельности указанных категорий людей определяют необходимость создания на анализируемых участках территорий сетей и систем связи, необходимых в чрезвычайных ситуациях (ДТП, авария, несчастный случай, внезапные проблемы со здоровьем и т.п.).

При этом очевидна необходимость создания некоторых телекоммуникационных структур социального характера с точечным размещением оборудования связи, обеспечивающего доступ возможных пользователей к соответствующим инфо-

коммуникационным сервисам.

В результате возникла потребность в разработке автономно функционирующего объекта связи, обеспечивающего предоставление услуг мобильной связи на ограниченной территории и работающего без постоянного присутствия персонала.

Создание подобных объектов связано с обязательным решением комплекса сопутствующих задач: энергоснабжение оборудования, формирование сектора предоставления услуги мобильной связи, формирование канала связи до узла оператора (операторов) мобильной подвижной связи. Транспортные тракты связи в условиях невозможности или нерентабельности строительства стационарных линий связи могут организовываться с помощью малых земных станций спутниковой связи (МЗССС), а формирование сектора предоставления услуг связи (доступа пользователей) может быть обеспечено стандартной базовой станцией сотовой связи. В этой структуре одним из краеугольных вопросов становится наличие надежного автономного источника энергоснабжения с необходимым гарантированным набором параметров.

Традиционными для такого рода задач автономными источниками электроэнергии являются дизель- или бензо-генераторы, применение которых в рассматриваемом случае достаточно затратно и затруднительно в силу необходимости их регулярного обслуживания и постоянного возобновления запаса горючего. При значительном удалении или отсутствии ремонтно-эксплуатационной базы реальной альтернативой становится использование нетрадиционной или альтернативной электроэнергетики.

Под альтернативной энергетикой понимают использование источников электроэнергии, не относящихся к единой системе электрического энергоснабжения в стране: ветряные электрогенера-

торы, солнечные электрические панели, изотопные электроэлементы и т.п.

Основная часть

Согласно вышесказанному, исходными данными для разработки конструкции автономного источника электроснабжения можно считать необходимость обеспечить для работы МЗССС стандартное переменное синусоидальное напряжение 220 В, частотой 50 Гц с мощностью нагрузки порядка 300 Вт, а для работы оборудования сотовой связи – постоянное напряжение 48 В с мощностью нагрузки порядка 600 Вт.

В качестве альтернативных источников электроэнергии предлагается использовать серийно выпускаемые солнечные электрические панели и ветрогенераторы. Характеристики подобных источников представлены в таблице для достаточно популярных солнечных поликристаллических панелей типа SIP.

Выработка электроэнергии альтернативными источниками сильно зависит от погодных условий, а потому характеристики производимой ими электроэнергии отличаются большой нестабильностью. Следовательно, система автономного электроснабжения объекта связи на основе альтернативных источников электроэнергии должна содержать:

- первичные источники электроэнергии,
- блок накопления вырабатываемой электроэнергии (аккумуляторов),
- блок преобразования электроэнергии до необходимых параметров с дальнейшей передачей ее к технологическому оборудованию.

В общем виде все перечисленное может быть представлено в виде следующей структурной схемы.

При построении подобной структуры необходимо определить параметры и выбрать модели

Таблица 1

Параметры выбора солнечных панелей

Модель	SIP30	SIP50	SIP100	SIP150	SIP200	SIP250	SIP300
Тип	Поликристаллический						
Мощность, Ватт	30	50	100	150	200	250	300
Количество элементов, шт	36 (4x9)	36 (4x9)	36 (4x9)	36 (4x9)	72 (6x12)	60 (6x10)	72 (6x12)
Размер элементов, мм	156x31.3	156x52	156x104	156x156	156x104	156x156	156x156
Вольтаж без нагрузки, В	22.1	22.1	22.7	22.7	43.2	36.6	44.8
Рабочий вольтаж, В	17.9	17.9	18.3	18.3	34.4	30.9	37
Ток короткого замыкания, А	1.86	3.10	5.95	8.75	6.39	8.75	8.7
Рабочий ток, А	1.68	2.80	5.47	8.20	5.82	8.10	8.1

Таблица 2

Параметры выбора ветрогенераторов

Максимальная мощность, кВт	Диаметр ротора, м	Высота мачты, м	Номинальная скорость, м/с	Напряжение, В
0.55	2.5	6	8	24
2.6	3.2	9	9	120
3.0	6.0	12	7	240

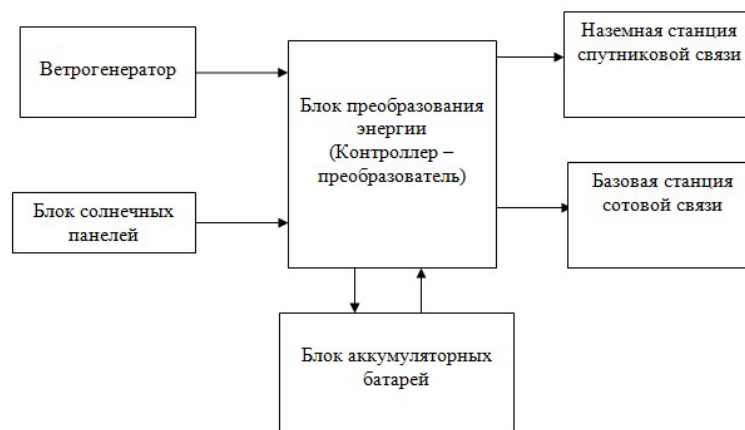


Рис. 1. Блок-схема организации электропитания на объекте связи

электрогенерирующего оборудования, сформулировать требования и определить параметры к блокам преобразования и накопления электроэнергии.

Функции, которые возлагаются на блок преобразования электроэнергии, могут быть сформулированы следующим образом.

Во-первых, на выходе блока должно быть сформировано два напряжения с гарантированной стабильностью – 220 В по переменному току и 48 В по постоянному.

Во-вторых, блок должен управлять процессами накопления и расходования электроэнергии во время работы объекта связи.

В-третьих, он должен обеспечивать прием входной, генерируемой первичными источниками электроэнергии, с нестабильными входными параметрами и преобразование ее в выходную с необходимыми стабильными параметрами. Подбор такого блока контроллера-преобразователя из ряда выпускаемых промышленных преобразователей электроэнергии возможен по значениям параметров выходных цепей, в первую очередь, и по возможным вариантам адаптации входных цепей к входным напряжениям, во вторую очередь.

Функции блока накопления электроэнергии могут быть сформулированы следующим образом. Поскольку накопление электроэнергии в наших условиях осуществляется, как правило, путем зарядки блока аккумуляторных батарей, то нужно определить напряжение блока аккумуляторов, ток его разряда и суммарную емкость батарей. Затем нужно подобрать необходимое для этого количество стандартных аккумуляторов и схему их соединения в блок.

Что касается автономных источников электроэнергии, то – в зависимости от параметров входных цепей предварительно подобранного контроллера-преобразователя – нужно определить марку ветрогенератора, а также количество и схему соединения стандартных солнечных панелей.

Материалы и методы

Контроллер-преобразователь

Начнем с параметров выходных цепей контроллера-преобразователя. Ранее мы отметили, что суммарная мощность потребления электроэнергии при большой нагрузке составляет около 900 Вт, в том числе около 600 Вт по постоянному току и около 300 Вт по переменному току. При этом для предотвращения дублирования и лишних преобразований электроэнергии нужно, чтобы выходное напряжение по постоянному току и напряжению блока аккумуляторов сразу соответствовало напряжению питания аппаратуры сотовой связи. В нашем случае это 48 В. Таким образом, выходные цепи контроллера-преобразователя должны обеспечивать общую мощность не менее 900 Вт, содержать цепь переменного синусоидального напряжения 220 В, 50 Гц с возможностями по току не менее 2 А, а также цепь постоянного напряжения 48 В с возможностями по току не менее 13 А.

Блок накопления энергии

Оценим параметры блока накопления электроэнергии для работы в режиме больших нагрузок (тогда при умеренных нагрузках условия работы будут более щадящими). Суммарная мощность потребления электроэнергии при большой нагрузке составляет около 900 Вт. Выходное напряжение блока аккумуляторных батарей $U_B=48$ В, следовательно, суммарный ток разряда составит около $I_B=19$ А.

Если принять время работы батарей без подзарядки в размере 16 часов в сутки (наиболее тяжелые погодные условия для солнечных панелей), то расход электроэнергии за это время составит около $Q_{\text{разр.}}=300$ А/час.

Нужно учесть, что для надежной и долговечной работы аккумуляторных батарей они не должны разряжаться больше, чем наполовину. Поэтому общая емкость аккумуляторных батарей должна составлять не менее $Q_B=600$ А/час.

Соответственно необходимо определить количество и схему соединения стандартных аккумуляторных батарей в блок. Пусть одна аккумуляторная батарея имеет следующие характеристики: $U_0=12$ В, $Q_0=200$ А/час. Для 50% разряда батареи за

16 часов работы ток разряда не должен превышать 6.25 А. Требуемое напряжение блока батарей в 48 В обеспечит группа из соединенных последовательно 4-х аккумуляторов. Для тока разряда около 19 А необходимы три таких группы аккумуляторов, соединенных параллельно.

Итого в блоке аккумуляторных батарей будет задействовано 12 аккумуляторов с общей емкостью 2400 А/час, что с хорошим запасом обеспечит работу всего электрооборудования автономного объекта связи.

Автономные источники электроэнергии

Оценим параметры автономных источников энергии по их мощности. Мы предположили, что в течение 16 из 24 часов в сутки работа объекта связи обеспечивается от блока аккумуляторов, а в остальное время – от источников электроэнергии через контроллер-преобразователь. То есть в течение 8 часов источники энергии должны не только обеспечивать работу оборудования объекта, но и восполнить затраты из резерва за предыдущий период. Другими словами, при соотношении двух крайних режимов работы в 8 и 16 часов максимальная мощность источников должна в 3 раза превышать рабочую мощность оборудования. В нашем случае предполагаемая рабочая мощность составляет 900 Вт, следовательно, предполагаемая гарантированная мощность альтернативных источников должна быть порядка 2.7 кВт и более.

Процесс подбора контроллера – преобразователя может быть реализован на базе линейки устройств **SILA**, предназначенных для работы с солнечными панелями. Наиболее подходящими в этом случае являются характеристики модели **SILA5000 M**. Данное оборудование представляет собой устройство управления процессами заряда-разряда аккумуляторных батарей (накопитель энергии) от внешних источников тока на инвертор, преобразующий постоянный ток в переменный.

На выходе инвертора будет переменное напряжение 230 В (плюс-минус 5%), 50 Гц и максимально развиваемой мощностью 4000 Вт, что вполне устраивает по требованиям к переменному току и мощности.

Параметры заряда накопителей энергии от солнечных батарей:

- общая максимальная мощность солнечных батарей 6000 Вт;
- ток заряда 20-120 А (задается программно);
- номинальное напряжение аккумуляторов накопителей 48 В, нижний и верхний пороги напряжения аккумуляторов задаются программно;
- максимальное напряжение солнечных батарей 145 В;
- минимальное напряжение солнечных батарей 34 В.

Параметры заряда от сети и солнечных батарей:

- максимальная сила тока 180 А;
- сила тока (по умолчанию) 50 А;
- параметры сети;
- форма входного сигнала – «Чистый» синус (сеть или генератор);
- номинальное входное напряжение 230В +-5%;
- допустимое значение входного напряжения 90~280VAC (Обычный режим), 170~280VAC (UPS режим).

Процессом заряда аккумуляторов от внешних источников энергии (солнечные панели, генератор, сеть переменного тока) в устройстве управляют два контроллера, обеспечивающих стабильные параметры выходного и промежуточных напряжений.

Как видим, выбранное устройство вполне может быть адаптировано для формирования автономного источника электропитания для изолированного объекта связи. Для этого:

- все потребители переменного напряжения подключаются непосредственно к выходу инвертора;
- потребители постоянного напряжения подключаются через контроллер разряда к батареям накопителя энергии и параллельно к выходу контроллера заряда, где присутствует постоянное напряжение 48 В;
- к выходу контроллера процесса заряда подключается блок накопления электроэнергии, схема которого описана выше;
- к входу устройства через один контроллер подключается ветрогенератор, например, марки **JinchenNorth**;
- через другой контроллер подключается блок солнечных панелей, описываемый ниже.

Солнечные панели бывают на сегодняшний день либо с выходом 12 В, либо с выходом 24 В; максимальная мощность панелей, доступных в настоящее время, не более 350 Вт. Адаптация таких панелей к роли источника альтернативной энергии для совместной работы с выбранным контроллером-конвертером в устройстве питания автономного объекта связи сводится к следующему. Пусть параметры одной панели 24 Вольта и 300 Вт при благоприятных солнечных условиях; фактические же скачки напряжения в реальных условиях будут от 15 В до 36 В, а по мощности от 50 Вт до 340 Вт. Тогда, нормальную работу устройства обеспечит следующая сборка солнечных панелей в блок: для удовлетворения требований по величине входного напряжения (36–145 В) нужно в одну ветвь сборки включать последовательно три панели; для удовлетворения требований по мощности (около 2100 Вт) в сборке нужно не менее трех таких ветвей, включенных параллельно. Итого нужна сборка из 9 (или 12, или 15... в зависимости от требуемого уровня надежности) солнечных панелей.

Заключение

В заключение скажем, что предлагаемый здесь метод формирования блока питания профессиональной аппаратуры связи опробован нами при строительстве и дальнейшей эксплуатации автономного объекта связи на двух участках автодороги Лидога-Ванино Хабаровского края. Эксплуатация объекта в зимнее время в умеренных горных условиях дала следующие результаты. При продолжительности полезного светового дня около 6 часов, при наружных температурах до минус 40 градусов сбоев в работе объекта не было.

На одном участке автодороги, где оборудование связи стоит на возвышенности и постоянно дует ветер, установлены параллельно два источника электроэнергии: ветрогенератор мощностью до 3000 Ватт и 9 солнечных панелей по 250 Ватт (каждые три объединены в одну сборку и подключены друг к другу последовательно, а три группы из последовательных сборок подключены параллельно).

На втором участке дороги, где нет постоянных ветров, установлена другая группа источников электроэнергии: 12 солнечных поликристаллических панелей мощностью по 300 Ватт каждая (каждые три подключены также друг к другу последовательно в одну сборку, а четыре группы из последовательных сборок подключены параллельно) и ветрогенератор мощностью 2500 Ватт.

При обоих вариантах фактическое выходное напряжение блоков солнечных панелей колеблется от 90 до 118 вольт, сила тока на аккумуляторах остается неизменной и при этом гарантированно обеспечивается их полный заряд.

Список литературы

1. Стребков Д.С. Перспективы развития возобновляемой энергетики // Труды международной научно-технической конференции энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. 2012 г.
2. Безруких П.П. Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики // Электрика. 2008. № 9. С. 3-10.
3. Киселев Б. Ю., Киселев Г. Ю., Боева Л.В. Обзор основных типов ветрогенераторов и перспективы развития ветроэнергетики в России // Молодой ученый. 2016. №20. С. 153-155. URL <https://moluch.ru/archive/124/34127/>
4. Манументова О.А., Анохина Е.А., Плотникова А.В. Современные энергосберегающие технологии // Фундаментальные исследования. 2007. №8. С. 45-45.

References

1. Strebkov D.S. Prospects for the development of renewable energy. *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii ehnergoobespechenie i ehnergoberezhenie v sel'skom hozyajstve*. 2012 г.
2. Bezrukih P.P. The state and prospects of renewable energy development. *Elektrika*. 2008. No. 9. Pp. 3-10.
3. Kiselev B. YU., Kiselev G. YU., Boeva L.V. Overview of the main types of wind generators and prospects for the development of wind power in Russia. *Molodoj uchenyj*. 2016. No. 20. Pp. 153-155. URL <https://moluch.ru/archive/124/34127/>
4. Manumentova O.A., Anohina E.A., Plotnikova A.V. Modern energy saving technologies. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2007. No. 8. Pp. 45-45.

Сведения об авторах Принадлежность к организации

Вегера Денис Владимирович

аспирант, преподаватель кафедры «Вычислительная техника», Тихоокеанский государственный университет, 680035, Хабаровск, Россия

Власов Владимир Николаевич

старший преподаватель, кафедра «Вычислительная техника», Тихоокеанский государственный университет, 680035, Хабаровск, Россия

Писаренко Валерий Павлович

кандидат технических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника», Тихоокеанский государственный университет, 680035, Хабаровск, Россия

Терещенко Валерий Дмитриевич

кандидат технических наук, Тихоокеанский государственный университет, 680035, Хабаровск, Россия

Information about authors Affiliations

Vegera Denis Vladimirovich

Postgraduate student, Lecturer of the Department of «Computer Engineering», Pacific National University, 680035, Habarovsk, Russia

Vlasov Vladimir Nikolaevich

Senior Lecturer, Department of «Computer Engineering», Pacific National University, 680035, Habarovsk, Russia

Pisarenko Valeriy Pavlovich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of «Computer Engineering», Pacific National University, 680035, Habarovsk, Russia

Tereshhenko Valeriy Dmitrievich

Candidate of Technical Sciences, Pacific National University, 680035, Habarovsk, Russia