

УДК 621.311:620.91

Федоров А.Ю. аспирант, Левшов О.В. кандидат технических наук  
Федоров А.Ю. аспирант, Левшов А.В. кандидат технических наук  
Fedorov A.Y. postgraduate, Levschov A.V. candidate of technical science  
Донецкий национальный технический университет  
вул. Артема, 58 м. Донецьк, Україна, 83001  
Тел. +38 (050) 276-80-01;  
E-mail: fedorovanatolii@mail.ru

*СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ  
ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК  
СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК  
SYSTEM OF AUTONOMOUS POWER SUPPLY WHICH BASED ON  
PHOTOVOLTAIC DEVICE*

Розглядається питання побудови автономних систем електропостачання з використанням фотоелектричних установок, як окремо, так і сумісна робота з вітроенергетичними установками і можливістю резервного живлення через пристрій АВР від мережі.

Рассматривается вопрос построения автономных систем электроснабжения с использованием фотоэлектрических установок, как в отдельности, так и совместная работа с ветроэнергетическими установками и возможностью резервного питания через устройство АВР от сети.

Discuss the construction of autonomous power supply systems with using photovoltaic device, both individually and in combination with wind turbines with the ability to backup via the automatic source device on the network.

В настоящее время масштабы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности солнечных батарей, интенсивно возрастают.

В конце 70-х годов, после мирового энергетического кризиса, правительства и предприниматели отреагировали довольно оперативно и финансирование научно-исследовательских работ в области альтернативной энергетики начало резко расти. С того времени мощность солнечных батарей увеличилась от 1 Вт до сотен ватт, а космических до 10 кВт и выше. Сейчас появляются проекты солнечных батарей в сотни и тысячи киловатт по всему миру. За последние 30 лет КПД солнечных батарей возрос приблизительно на 20% и превысил КПД ламп накаливания, в то время как их стоимость постоянно снижается, что влечет за собой и снижение стоимости электроэнергии полученной фотоэлектрическим способом [3]. Эти факторы свидетельствуют о том, что использование фотоэлектричества становится более выгодным и экономически оправданным, особенно в местах удаленных от сетей централизованного электроснабжения. Кроме того, использование ВИЭ полностью экологически безопасно в процессе работы генерирующих элементов. С энергетической точки зрения запасы ВИЭ считаются неограниченными, но характеризуются низкой концентрацией (в среднем 1 кВт/м<sup>2</sup>, что на несколько порядков ниже чем традиционное топливо) [4].

В настоящее время большое количество потребителей электрической энергии расположены вдали от источников централизованного электроснабжения, что требует построения протяженных линий электропередач, а это в свою очередь увеличивает потери. В связи с развитием альтернативной энергетики появилась возможность дополнить существующую инфраструктуру децентрализованными системами генерации электричества и тепла, которые помогут существенно снизить потери вследствие передачи и преобразовании электричества.

Для Украины расширение объемов использования ВИЭ очень актуально и многообещающе, особенно после принятия «Закона о зеленом тарифе». В Украине

годовой приход солнечного излучения находится на одном уровне со странами, которые уже сегодня активно используют его для получения экологически чистого и фактически бесплатного электричества (Швеция, Германия, США, Япония и многие другие). Например, в Германии последнее время наблюдается интенсивное развитие солнечной энергетики, а суммарная установленная мощность солнечных электрических станций увеличилась вдвое [1,5].

В настоящее время появилась проблема построения таких систем, при условии эффективной автономной работы и работы в общей энергосистеме. Проблема заключается в качественном управлении режимами работы генерирующих элементов и вспомогательного оборудования. Достаточно слабо исследовано влияние этих систем на существующую энергосистему и наоборот.

Первоочередной задачей для нас является решение проблемы правильного структурного построения фотоэлектрической системы с центральной системой управления (ЦСУ) и повышение ее энергетической эффективности.

Фотоэлектрические системы для снабжения потребителей переменного и постоянного тока можно классифицировать следующим образом:

- фотоэлектрическая система, интегрированная в центральную энергосистему;
- автономная фотоэлектрическая система с аккумуляторными батареями;
- гибридные автономные системы с дизельным или бензиновым генератором.

В данной работе мы остановимся на системах автономного электроснабжения на базе фотоэлектрических установок (ФЭУ), которые для повышения надежности электроснабжения потребителя дополнены ветроэлектрической установкой (ВЭУ), а также дизель (бензиновым) генератором.

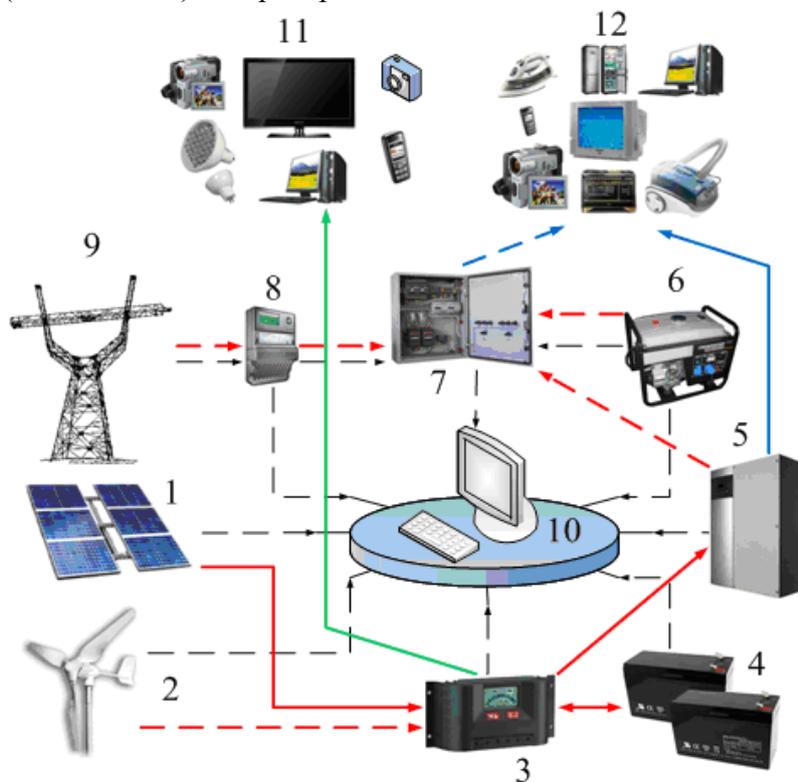


Рисунок 1 – Структурная схема системы автономного электроснабжения:

1 – фотоэлектрическая установка; 2 – ветроэнергетическая установка; 3 – контроллер заряда-разряда аккумуляторных батарей; 4 – аккумуляторные батареи; 5 – инвертор; 6 – дизель- или бензиновый генератор; 7 – устройство автоматического ввода резерва; 8 – электронный счетчик электроэнергии; 9 – внешняя энергосистема; 10 – центральная система управления; 11 – потребители постоянного тока; 12 – потребители переменного тока.

Представленная на рисунке 1 структурная схема системы, является наиболее совершенной, на данный момент, и удобной в эксплуатации. Данная система еще не доведена до высокого уровня качества, необходимо совершенствовать систему контроля, управления и оптимизации работы.

Основным источником энергии в данной системе является фотоэлектрическая установка, состоящая из кремниевых фотоэлектрических модулей включенных параллельно (последовательно). Опираясь на технические характеристики промышленно выпускаемых устройств можно оценить КПД проектируемой системы.

На рисунке 2 показана энергетическая диаграмма рассматриваемой системы с учетом того, что в среднем КПД кремниевых фотоэлектрических модулей равен 20%, потери при заряде-разряде современных аккумуляторных батарей примерно 20%, а потери при инвертировании постоянного тока в переменный 15%.

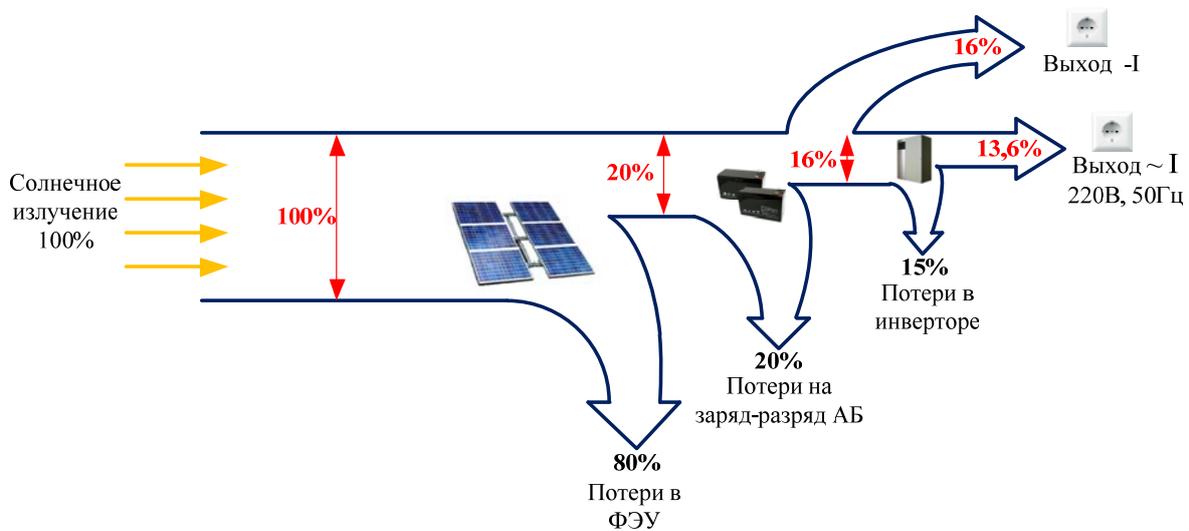


Рисунок 2 – Энергетическая диаграмма преобразования солнечного излучения (СИ) в электрическую энергию (ЭЭ)

Таким образом, как видно из диаграммы, при питании потребителя переменного тока может быть полезно использовано около 13,6% энергии солнечного излучения.

Для повышения энергетической эффективности таких систем, целесообразно часть потребителей перевести на питание от постоянного тока. В первую очередь такими потребителями должны стать осветительные приборы. Самые современные светодиодные лампы как раз и являются яркими представителями потребителей постоянного тока, которые могут заменить существующие лампы накаливания и даже так называемые энергоэффективные лампы, так как мощность диодных ламп в разы ниже существующих энергоэффективных ламп. Можно заменить существенный ряд других всем известных бытовых приборов: телевизоры, компьютеры (ноутбуки), стиральные машины и множество мелкой бытовой техники. Такой переход позволит существенно снизить потери в этих системах и повысить их энергетическую эффективность, она составит, как видно все из той же энергетической диаграммы, примерно 16% от мощности поступающего солнечного излучения.

Приведенная на рисунке 2 энергетическая диаграмма позволяет решать задачи проектирования автономных фотоэлектрических систем. С помощью диаграммы можно оценить количество генерируемой электрической энергии постоянного (переменного) тока, в зависимости от величины инсоляции и площади рабочей поверхности ФЭУ или, наоборот, при известной величине потребляемой электрической

энергии можно определить необходимую площадь фотоэлектрических модулей для покрытия известной величины потребления электрической энергии постоянного (переменного) тока.

Таким образом, при проектировании автономных систем электроснабжения на базе ФЭУ, может решаться как прямая задача: солнечное излучение – объём электрической энергии, так и обратная: требуемый объём электрической энергии – площадь рабочей поверхности ФЭУ.

Для обеспечения надежного и качественного электроснабжения, автономная система должна быть оснащена центральной системой управления. Её можно сравнить с центральной нервной системой человека или с уже существующими искусственными нейронными сетями, которые созданы как математическая модель существующих в природе соединений. Такие сети используются для управления, распознавания образов, принятие решений и другое (рис.3).

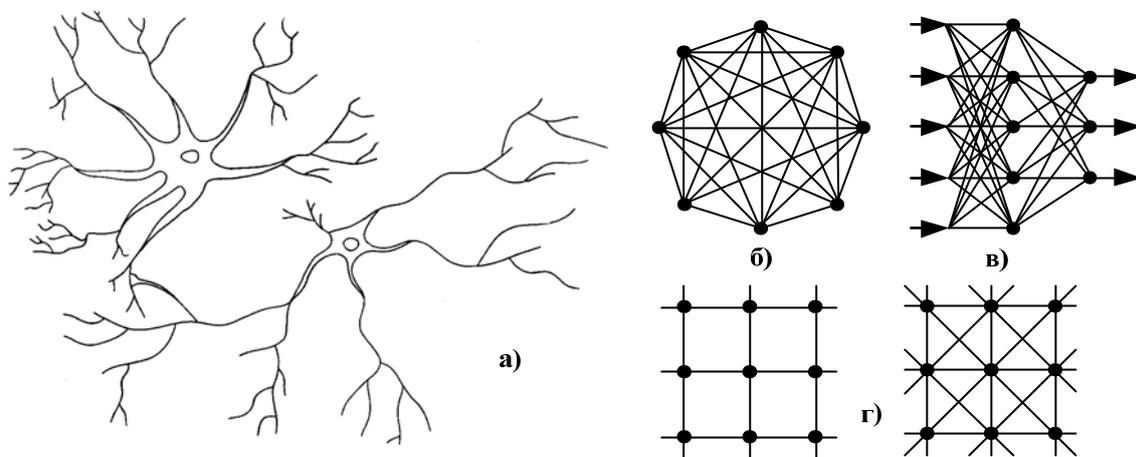


Рисунок 3 – сравнение структуры автономной системы с нейронными сетями  
а – фрагмент нейронной сети мозга человека; искусственные нейронные сети: б – полносвязная; в – многослойная или слоистая; г – слабосвязная (с локальными связями)

Автономные системы электроснабжения на базе фотоэлектрических установок можно широко использовать в промышленных и социальных структурах, например: для освещения улиц и автомагистралей; как источники резервного питания (важных объектов); мобильные энергетические системы; учебный процесс, а также в создании и изучении Smart Grid (Интеллектуальные сети). Несмотря на существенные финансовые затраты и ряд практических проблем, которые необходимо решать, эти системы, как фотоэлектрические так и гибридные, могут стать для Украины существенным дополнением к традиционной энергетике.

1. Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии. - К.: КПИ, 1979., - 128 с.
2. Егоров П.В., Ульянов С.Л., «Электрическое и электронное оборудование современных автотранспортных средств» РТУиС, МГИЭМ, 2003
3. Раушенбах Г. «Справочник по проектированию солнечных батарей» - М.: Энергоатомиздат, 1983., - 360 с
4. Твайделл Дж., Уэйр А. «Возобновляемые источники энергии» – М.: Энергоатомиздат, 1990., – 390 с.
5. Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources (Renewable Energy Act). Federal Republic of Germany. – 2000.