

12. Markvardt K.G. The energy supply for electric railways. M.: Transport, 1965. 464 p.
13. Rules of technical operation of electric stations and networks of the Russian Federation. SPb.: Izd-vo DEAN, 2004. 336 p.
14. Barkovskii B.S., Eremin N.E., Shalimov M.G. Influence of unbalanced and non-sinusoidal load on the operation of transformers and turbine generators // Nauchnye trudy. Omsk: Zap. - Sib. kn. izd-vo, 1964. T. 53. 98 p.
15. Anderson P.M., Fouad A.A. Power System Control and Stability. Second Edition. IEEE Press, 2003. 688 p.
16. Ignat'ev I.V., Bulatov Yu.N. Models and methods of setting generator excitation control systems on the basis of experimental data. Bratsk: Izd-vo BrGU, 2016. 278 p.
17. Bulatov Yu.N., Popik V.A. Development of a model microprocessor automatic excitation regulator in MATLAB and optimization settings // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo un-
iversiteta: Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2011. T. 2. P. 3-8.
18. Bulatov Yu.N., Ignat'ev I.V., Popik V.A. Methods of selecting optimal settings systems ARCV generators // Modern technologies. System analysis. Modeling. 2011. № 1 (29). P. 192-198.
19. Bulatov Yu.N., Ignat'ev I.V. Software system for identification of power systems and optimization of the coefficients of the stabilization automatic excitation controller // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2010. № 4 (8). P. 106-113.
20. Bulatov Yu.N., Kryukov A.V., Chan Zyui Khyng. Application of algorithms for coordinated tuning of controllers of turbine generators the installation of distributed generation // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta: Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2014. T. 2. P. 130-139.

УДК 621.311.25

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-3-93-98

Разработка технических решений для гелиоэлектростанций малой мощности

К.С. Никифоров^a, А.В. Струмельяк^b, Т.Н. Яковкина^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия
nik.kot@mail.ru, volandis@mail.ru, jatano@yandex.ru
Статья поступила 26.07.2016, принята 19.08.2016

В работе представлена пятиуровневая концепция масштабируемой гелиоэлектростанции, предназначенной для снабжения малых потребителей электрической энергией. Сформулированы задачи, решаемые на каждом из уровней гелиоэлектростанции. Для каждого из пяти уровней гелиоэлектростанции разработаны соответствующие технические решения. Уровни включают в себя фотоэлектрические преобразователи, контроллеры точки максимальной мощности, контроллеры тока аккумуляторов и инверторов, свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, а также инверторы. Представлены основные технические характеристики фотоэлектрических преобразователей, разработанных на кафедре электроэнергетики и электротехники БрГУ. Предложены структурные схемы контроллеров точки максимальной мощности и контроллеров тока аккумуляторов и инверторов. Показано влияние каждого элемента гелиоэлектростанции на ее характеристики.

Ключевые слова: гелиоэлектростанция; фотоэлектрический преобразователь; контроллер точки максимальной мощности.

Technical decisions for solar power stations of low power

K.S. Nikiforov^a, A.V. Strumelyal^b, T.N. Yakovkina^c

Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia
nik.kot@mail.ru, volandis@mail.ru, jatano@yandex.ru
Received 26.07.2016, accepted 19.08.2016

The paper deals with five-leveled conception of a scalable solar power station for small consumers of electric power. The problems have been formulated to be solved at each level of solar power station. Technical solutions have been developed for every level of solar power station. The levels include photoelectric cells, maximum power point tracking controllers, electric current controllers for batteries and invertors, lead-acid batteries and power DC/AC invertors. Main technical characteristics have been presented for photoelectric converters, developed in Bratsk State University at the Department of Power Engineering and Electrical Engineering. Structural schemes have been proposed for maximum power point tracking controllers and electric current controllers of batteries and invertors. Influence of every part of solar power station on its characteristics has been shown.

Key words: solar power station; low power; electric power; controllers.

Введение

Проблема обеспечения электроснабжения потребителей при удаленности электрических сетей сохраняет свою актуальность, особенно в условиях высокой стоимости энергоносителей и присоединения к электрическим сетям [1]. Современные системы автономного электроснабжения представлены бензиновыми, газовыми и дизельными генераторами, ветроэнергетическими установками (ВУ) и фотоэлектрическими преобразователями (ФП). Следует отметить, что при использовании установок, сжигающих топливо, первичные капиталовложения малы, однако составляющая издержек, включающая затраты на топливо, для таких систем достаточно велика. Иная картина наблюдается при использовании в качестве источников возобновляемой энергии ВУ и ФП. В этом случае первичные капиталовложения на единицу установленной мощности значительно выше, чем при использовании традиционных источников, однако величина издержек оказывается незначительной, поскольку не имеет топливной составляющей. В этой связи актуальной задачей является разработка технических решений для создания систем автономного электроснабжения на базе источников возобновляемой энергии. В настоящее время в России практически не выпускаются системы ВУ и ФП для решения проблемы электроснабжения малых потребителей [2–4]. Целью

работы является обоснование технических решений для создания гелиоэлектростанций (ГЭ) малой мощности. В работе предлагается решение задачи по созданию масштабируемой модульной гелиоэлектростанции бюджетной ценовой категории.

Постановка проблемы. Одной из актуальных проблем внедрения систем возобновляемой энергетики является необходимость выбора готового решения из представленных на рынке, что зачастую приводит к завышению требуемых параметров и увеличению затрат. Кроме этого, представленные на рынке системы в процессе эксплуатации не обладают свойством масштабируемости. При этом под масштабируемостью понимается возможность гибкого изменения параметров объекта в широких пределах с минимумом капитальных затрат. К основным параметрам ГЭ можно отнести номинальную и пиковую мощности потребителей, а также запасаемую в течение суток энергию. Следует отметить, что готовые технические решения в подавляющем большинстве случаев имеют фиксированные значения подобных параметров, определяемые заводом-изготовителем. Для реализации концепции масштабируемости предлагается разделение структурной схемы ГЭ на пять уровней (рис. 1), каждый из которых определяет основные функциональные параметры объекта:

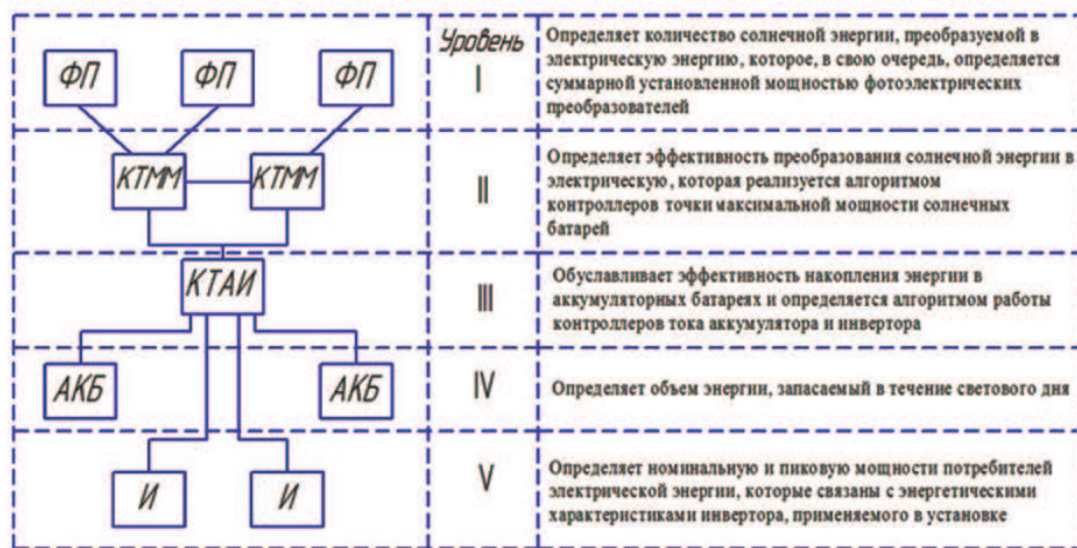


Рис. 1. Структурная схема масштабируемой ГЭ и функции ее уровней

Таким образом, задача повышения гибкости систем автономного электроснабжения может быть решена путем разработки оборудования, входящего в состав каждого из представленных уровней. Для этого в работе сформулированы требования к оборудованию каждого уровня ГЭ и предложена разработка технических средств, удовлетворяющих этим требованиям.

Решение задачи. Фотоэлектрические преобразователи, представленные на рынке в настоящее время, реализуются на основе монокристаллического (МКК) и поликристаллического кремния (ПКК), причем последние являются наиболее дешевыми и распространенными

ми [5]. Основным недостатком таких преобразователей являются низкие значения коэффициента полезного действия (КПД), равные 14–16 %. Однако стоимость ПКК в 2,5–4 раза ниже, чем МКК, при условии, что КПД лучших образцов МКК не превышает 25 % [6]. На кафедре электроэнергетики и электротехники БрГУ разработана серия фотоэлектрических преобразователей «Гамма» номинальной мощностью 50, 100 и 150 Вт на основе ПКК. Внешний вид одной секции ФП представлен на рис. 2.

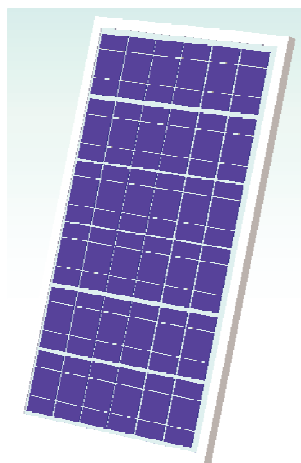


Рис. 2. Внешний вид фотоэлектрического преобразователя «Гамма»

Как показывает вольтамперная характеристика преобразователя серии «Гамма» мощностью 50 Вт (рис. 3), точка максимальной мощности ФП соответствует определенному значению электрической нагрузки. Также эта точка может перемещаться при изменении уровня светового потока [2]. Обеспечение работы ФП в точке максимальной мощности требует применения специального контроллера точки максимальной мощности (КТММ), обеспечивающего работу ФП в режиме наибольшей эффективности.

КТММ в общем случае представляет собой электронное устройство, которое в соответствии с заданным алгоритмом передает электрическую энергию с входа на выход, обеспечивая на входе такое значение тока, которое соответствует точке максимальной мощности ФП [7–11]. Структурная схема контроллера точки максимальной мощности представлена на рис. 4.

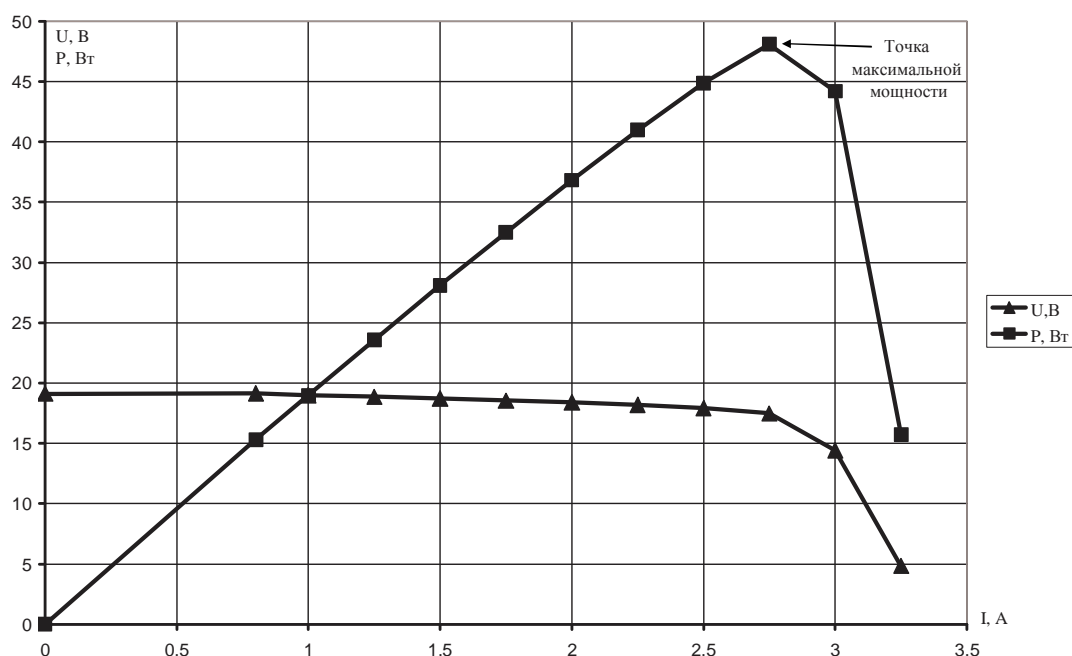


Рис. 3. Вольтамперная характеристика ФП «Гамма-50»

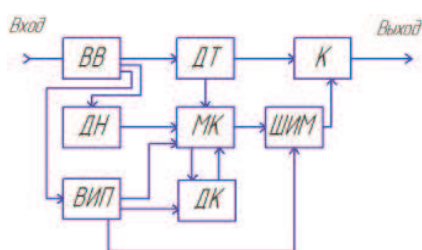


Рис. 4. Структурная схема контроллера точки максимальной мощности: ВВ — входной вентиль с низким переходным сопротивлением; ДТ — датчик тока, реализованный с помощью шунта; ДН — датчик напряжения, выполненный с помощью делителя; ВИП — вторичный источник питания; МК — микроконтроллер; ШИМ — модуль широтно-импульсной модуляции; К — силовой ключевой каскад, выполненный по схеме понижения напряжения; ДК — дисплей и клавиатура

Питание от ФП подается на входной вентиль (ВВ), который предназначен для защиты ФП в темное время

суток от обратного тока. Питание внутренних модулей КТММ реализуется с помощью вторичного источника питания (ВИП). Величины тока и напряжения на входе устройства измеряются с помощью датчиков тока (ДТ) и напряжения (ДН), сигнал с которых передается на вход микроконтроллера (МК) для аналого-цифрового преобразования. В свою очередь, МК решает задачу определения точки максимальной мощности и генерирует сигнал для модуля широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Этот модуль управляет силовым ключевым каскадом (К), передающим энергию с входа устройства на выход. В соответствии с алгоритмом работы, контроллер в режиме реального времени осуществляет измерение уровней напряжений и токов солнечной батареи. Далее МК вычисляет значения мощности и реализует алгоритм для определения точки максимальной мощности [10–16]. При этом КТММ также осуществляет функции защиты от замыканий в нагрузке и солнечной батарее.

В настоящее время на рынке существуют различные КТММ, которые позволяют обеспечивать работу в составе солнечной электростанции, однако подавляющее большинство из них имеет следующие существенные недостатки:

- невозможность работы в условиях Сибири при крайне низких температурах;
- практическая невозможность параллельной работы нескольких контроллеров вследствие реализации в них алгоритмов заряда аккумуляторных батарей.

Анализ недостатков известных контроллеров позволил разработать новый тип контроллера, во многом свободного от указанных недочетов. Внешний вид контроллера «Сигма-400» представлен на рис. 5. Алгоритм контроллера позволяет быстро находить точку максимальной мощности, независимо от наличия в составе солнечной электростанции дефектных модулей, имеющих в своей характеристике мощности два и более экстремума.

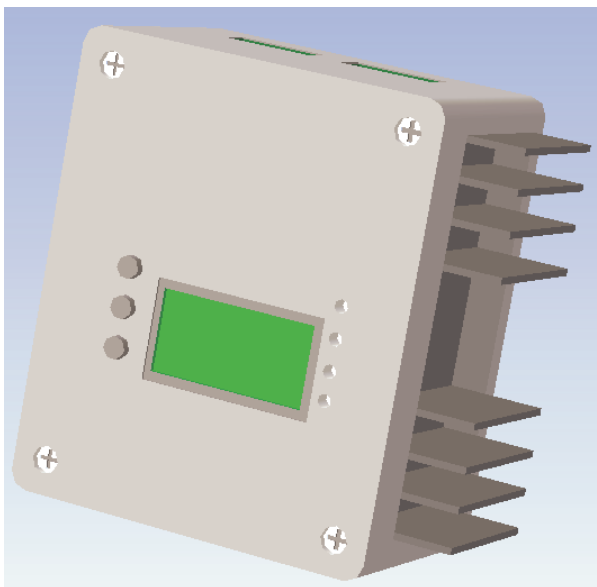


Рис. 5. Внешний вид контроллера точки максимальной мощности «Сигма-400»

При разработке контроллера «Сигма-400» учитывались следующие требования к аппаратной части:

- контроллер не должен содержать редких и дефицитных импортных электронных компонентов;
- цифровая часть контроллера должна надежно запускаться и работать в условиях температур до -55°C ;
- отображение информации о состоянии контроллера должно осуществляться с помощью светодиодного дисплея;
- КПД контроллера должен соответствовать лучшим зарубежным аналогам;
- контроллер должен обеспечивать работу с любыми ФП напряжением 12–36 В;
- МКТТ должен обеспечивать возможность параллельной работы с аналогичными контроллерами на общую нагрузку для обеспечения концепции масштабируемости солнечной электростанции.

Контроллер «Сигма-400» прошел апробацию при работе в составе солнечной электростанции и зареко-

мендовал свою эффективность в условиях наружной установки при воздействии низких температур.

Одним из важных элементов солнечной электростанции является контроллер тока аккумуляторов и инверторов (КТАИ), к которому предъявляются следующие требования [17]:

- обеспечение вычисления требуемого тока зарядки аккумуляторных батарей с учетом тока нагрузки инвертора;
- соблюдение параметров режима зарядки аккумуляторов с учетом конструктивных особенностей используемых батарей;
- реализация функции защиты аккумуляторов от избыточного разряда;
- контроллер должен обеспечивать индикацию емкости аккумуляторной батареи и прогнозирование суточного энергобаланса для оптимизации расхода электроэнергии.

В настоящее время на кафедре электроэнергетики и электротехники БрГУ осуществляется испытание устройства «КСИ-3000», которое реализует функцию контроллера тока аккумулятора и инвертора. Структурная схема КТАИ представлена на рис. 6.

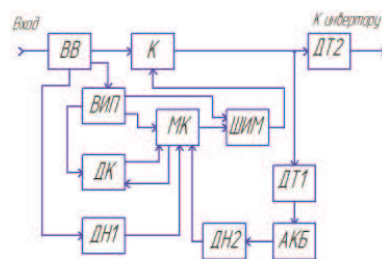


Рис. 6. Структурная схема контроллера тока аккумулятора и инвертора: ВВ — входной вентиль с низким переходным сопротивлением; К — силовой ключевой каскад, выполненный по схеме понижения напряжения; ДН1 — датчик напряжения на входе устройства; ДН2 — датчик напряжения аккумуляторной батареи; ДТ1 — двухканальный датчик тока аккумуляторной батареи (1 канал — заряд, 2 канал — разряд); ДТ2 — датчик тока инвертора; МК — микроконтроллер; ВИП — вторичный источник питания; ШИМ — модуль широтно-импульсной модуляции; АКБ — аккумуляторная батарея; ДК — дисплей и клавиатура

Алгоритм работы контроллера тока аккумулятора и инвертора в процессе заряда аккумуляторов подразумевает следующие действия:

- вычисление реального тока заряда аккумуляторных батарей;
- работа в режиме ограничения максимального тока аккумуляторных батарей, когда величина тока ограничивается значением 0,1 от емкости аккумуляторов;
- работа в режиме ограничения напряжения, при котором КТАИ обеспечивает постоянное значение напряжения на аккумуляторных батареях при изменяющемся значении тока;
- работа в режиме поддерживающего заряда.

В настоящее время самыми надежными и простыми в эксплуатации накопителями энергии для солнечных электростанций являются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, срок службы которых определяется прежде всего режимами эксплуатации. Такие батареи позволяют накапливать и отдавать большую энергию и

имеют длительный срок службы по сравнению с литий-ионными и литий-полимерными аккумуляторными батареями. Также свинцово-кислотные аккумуляторные батареи не критичны к избыточному заряду и широкодоступны. Следует отметить, что конструкция современных аккумуляторных батарей допускает возможность параллельной работы батарей разной емкости. Режимы зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей разделяются на несколько этапов:

- заряд постоянным током (стадия 1);
- заряд постоянным напряжением (стадия 2);
- поддерживающий заряд (стадия 3).

Данные режимы требуют точного поддержания параметров тока и напряжения на аккумуляторной батарее, при этом отклонение от заданных параметров будет обуславливать снижение срока службы батарей. Режимы работы КТАИ при заряде аккумуляторов представлены на рис. 7.

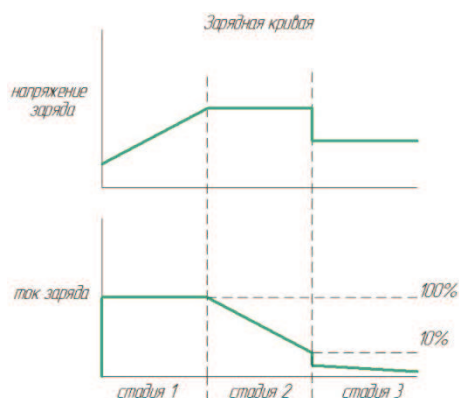


Рис. 7. Режимы работы КТАИ при зарядке аккумуляторов

Последний уровень структурной схемы электростанции представлен инверторами, которые выбираются исходя из номинальной и пиковой мощности потребителей электрической нагрузки [18–20]. В настоящее время на рынке представлены инверторы, реализующие на выходе одно- и трехфазное напряжения как прямоугольной формы (модифицированный синус), так и синусоидальной формы (чистый синус). При разработке солнечной электростанции предпочтение было отдано последним, поскольку они позволяют подключать потребителей, чувствительных к показателям качества электроэнергии. Следует отметить, что к станции можно подключать несколько инверторов, работающих на разные нагрузки, что повышает гибкость и надежность станции.

Заключение

В ходе работы был получен набор технических решений для создания адаптированной к работе в условиях низких температур модульной масштабируемой гелиоэлектростанции, элементы которой прошли длительные широкомасштабные испытания при электропитании реальных объектов. Предполагается, что разработанные технические решения окажутся востребованными при автономном электропитании потребителей малой мощности в условиях удаленности от электрических сетей.

1. Nakayama H. 2008. Stand-alone Photovoltaic Generation System with Combined Storage using Lead Battery and EDLC. Proceedings of the Power Electronics and Motion Control Conference:1877-1883.

2. Еремеев В.С., Кирилин А.А., Шевченко М.А., Шувалов С.П., Булатов Ю.Н., Шакиров В.А., Струмяляк А.В. Разработка технических решений для повышения эффективности гелиоэлектростанций. Кремний-2014 // Материалы X конференции по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, нанометровых структур и приборов на его основе (Иркутск, 7-12 июля 2014г.). Иркутск: Изд-во ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014.

3. Еремеев В.С., Кирилин А.А., Шевченко М.А., Шувалов С.П., Булатов Ю.Н., Шакиров В.А., Струмяляк А.В. Электропитание удалённых потребителей в условиях Сибири с использованием энергии солнца // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1 С. 49-53.

4. The European Union climate and energy package [Электронный ресурс], (The “20 – 20 – 20” package).URL. http://ec.europa.eu/clima/policies/eu/package_en.htm (дата обращения: 28.10. 2010).

5. Lynn P.A. Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics // John Wiley & Sons, 2010. P. 238.

6. Markvart T. Solar electricity. Wiley, 2000. P. 280.

7. Tafticht, T., Doumbia, M. L., Cheriti, A. An Improved Maximum Power Point Tracking Method for Photovoltaic Systems // Renewable Energy. 2008. № 33. P.1508–1516.

8. Esmar T., Chapman P.L. "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," IEEE Transactions on Energy Conversion. June, 2007. Vol. 22, № 2. P. 439-449.

9. Azevedo G.M.S., Cavalcanti M.C. Oliveira K.C., Neves F.A.S., Lins Z.D. Evaluation of maximum power point tracking methods for grid connected photovoltaic systems // Proc. IEEE PESC, 2008. P. 1456-1462.

10. Tat Luat Nguyen, Kay-Soon Low. A Global Maximum Power Point Tracking Scheme Employing DIRECT Search Algorithm for Photovoltaic Systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics. Oct. 2010. Vol. 57, № 10. P. 3456-3467.

11. Femia N., Petrone G., Spagnuolo G., Vitelli M. Optimization of perturb and observe maximum power point tracking method // IEEE Transactions on Power Electronics. July. 2005. Vol. 20, № 4. P. 963-973.

12. Veerachary M., Senjyu T., Uezato K. Feedforward maximum power point tracking of PV System using fuzzy controller // IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems. 2002. Vol. 38 (3). P. 969-981.

13. Shraif M.F. A Simple and Robust Maximum Power Point Control (MPPC) for Ground Photovoltaic Generators // Proc. of IPEC-Tokyo, 2000. Vol. 1. P. 158-163.

14. Kasa N. Robust Control for Maximum Power Point Tracking in Photovoltaic Power System // Proc. of PCC-OSAKA, 2002. Vol. 2. № D 6-4. P. 827-832.

15. Veerachary M. Power Tracking for Non-linear PV sources with Coupled Inductor SEPIC Converter”, IEEE Trans. on Aerospace & Electronic Systems, 2005. Vol. 41 (3), pp. 1019-1029.

16. Kuo Y. Novel Maximum-Power-Point-Tracking Controller for Photovoltaic Energy Conversion System // IEEE Trans. Ind. Electron. 2001. Vol. 48, № 3. P. 594-601, 2001.

17. Dunlop J. P. Batteries and Charge Control in Stand-alone Photovoltaic Systems. Fundamentals and Application // Working

Paper, Sandia National Laboratories, Photovoltaic Systems Applications Dept., Florida Solar Energy Center, Cocoa/Florida. 1997. USA.

18. Overall efficiency of grid connected photovoltaic inverters, European Standard EN 50530, 2010.

19. Bin N., Rahman A. Inverter Topologies for Photovoltaic Systems", Master's Thesis, Dept // Electrical Engineering, Aalto University School of Science and Technology, Espoo, Finland, 2010.

20. Kasa N., Iida T., Chen L. Flyback inverter controlled by sensorless Current MPPT for photovoltaic power system // IEEE Trans. Ind. Electron. 2005. Vol. 52 (4). P. 1145-1152.

References

1. Nakayama H. 2008. Stand-alone Photovoltaic Generation System with Combined Storage using Lead Battery and EDLC. Proceedings of the Power Electronics and Motion Control Conference: 1877-1883.

2. Ereemeev V.S., Kirilin A.A., Shevchenko M.A., Shuvalov S.P., Bulatov Yu.N., Shakirov V.A., Strumelyak A.V. Development of technical solutions to improve the efficiency of power plants. Silicon 2014 // Materialy X konferentsii po aktual'nym problemam fiziki, materialovedeniya, tekhnologii i diagnostiki kremniya, nanometrykh struktur i priborov na ego osnove (Irkutsk, 7-12 iyulya 2014g.). Irkutsk: Izd-vo in-ta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2014.

3. Ereemeev V.S., Kirilin A.A., Shevchenko M.A., Shuvalov S.P., Bulatov Yu.N., Shakirov V.A., Strumelyak A.V. Electrical supply of far consumers in conditions of Siberia, using the sun's energy // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2014. T. 1 P. 49-53.

4. The European Union climate and energy package [Elektronnyi resurs], (The "20 - 20 - 20" package).URL. http://ec.europa.eu/clima/policies/eu/package_en.htm (data obrashcheniya: 28.10. 2010).

5. Lynn R.A. Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics // John Wiley & Sons, 2010. P. 238.

6. Markvart T. Solar electricity. Wiley, 2000. P. 280.

7. Tafticht, T., Doumbia, M.L., Che'riti. A. An Improved Maximum Power Point Tracking Method for Photovoltaic Systems // Renewable Energy. 2008. № 33. P. 1508-1516.

8. ESRAM T., Chapman R.L. "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," IEEE Transactions on Energy Conversion. June, 2007. Vol. 22, № 2. P. 439-449.

9. Azevedo G.M.S., Cavalcanti M.C., Oliveira K.C., Neves F.A.S., Lins Z.D. Evaluation of maximum power point tracking methods for grid connected photovoltaic systems // Proc. IEEE PESC, 2008. P. 1456-1462.

10. Tat Luat Nguyen, Kay-Soon Low. A Global Maximum Power Point Tracking Scheme Employing DIRECT Search Algorithm for Photovoltaic Systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics. Oct. 2010. Vol. 57, № 10. P. 3456-3467.

11. Femia N., Petrone G., Spagnuolo G., Vitelli M. Optimization of perturb and observe maximum power point tracking method // IEEE Transactions on Power Electronics. July. 2005. Vol. 20, № 4. P. 963-973.

12. Veerachary M., Senjyu T., Uezato K. Feedforward maximum power point tracking of PV System using fuzzy controller // IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems. 2002. Vol. 38 (3). P. 969-981.

13. Shraif M.F. A Simple and Robust Maximum Power Point Control (MPPC) for Ground Photovoltaic Generators // Proc. of IPEC-Tokyo, 2000. Vol.1. P. 158-163.

14. Kasa N. Robust Control for Maximum Power Point Tracking in Photovoltaic Power System // Proc. of PCC-OSAKA, 2002. Vol. 2. № D6-4. P. 827-832.

15. Veerachary M. Power Tracking for Non-linear PV sources with Coupled Inductor SEPIC Converter", IEEE Trans. on Aerospace & Electronic Systems, 2005. Vol. 41 (3), P. 1019-1029.

16. Kuo Y. Novel Maximum-Power-Point-Tracking Controller for Photovoltaic Energy Conversion System // IEEE Trans. Ind. Electron. 2001. Vol. 48, № 3. P. 594-601, 2001.

17. Dunlop J.P. Batteries and Charge Control in Stand-alone Photovoltaic Systems. Fundamentals and Application // Working Paper, Sandia National Laboratories, Photovoltaic Systems Applications Dept., Florida Solar Energy Center, Cocoa/Florida. 1997. USA.

18. Overall efficiency of grid connected photovoltaic inverters, European Standard EN 50530, 2010.

19. Bin N., Rahman A. Inverter Topologies for Photovoltaic Systems", Master's Thesis, Dept // Electrical Engineering, Aalto University School of Science and Technology, Espoo, Finland, 2010.

20. Kasa N., Iida T., Chen L. Flyback inverter controlled by sensorless Current MPPT for photovoltaic power system // IEEE Trans. Ind. Electron. 2005. Vol. 52 (4). P. 1145-1152.