

**СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
В СЕТЯХ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИСТОЧНИКОВ ГЕНЕРАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ТИПА
И УПРАВЛЕНИЕМ ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

***С. А. Лапшин, генеральный директор
ООО «ОКБ ВЭС» г. Калуга, Россия
e-mail: pylon@bk.ru***

Аннотация. *Использование возобновляемых и невозобновляемых источников генерации в локальных и замкнутых электрических сетях низкого напряжения дают возможность снизить себестоимость вырабатываемого киловатт-часа электроэнергии и повысить надежность системы. Для повышения КПД выработки электроэнергии в замкнутой системе осуществляется оперативное управление генерацией в зависимости от потребления электроэнергии и возможности использования возобновляемых источников энергии. В качестве физической среды для передачи широкополосных сигналов управления генерацией в такой системе планируется использование физической среды передачи электроэнергии.*

Ключевые слова: *возобновляемые источники энергии, генерирующие мощности, система управления, сети низкого напряжения, PLC, распределенная генерация, система управления генерацией, широкополосный доступ, КПД*

В настоящее время использование локальных генерирующих мощностей, не связанных с магистральными сетями и работающих для обеспечения потребностей в электроэнергии небольших территорий, является общемировым трендом. Преимуществом использования генерирующих мощностей малой мощности, функционирующих в локальных микросетях низкого напряжения является возможность снижения себестоимости выработки киловатт-часа электроэнергии, за счет снижения потерь на передачу электроэнергии, повышения эффективности использования генерирующих мощностей, снижения времени простоя оборудования и сокращения затрат на его обслуживание [1, 2].

Одним из способов, позволяющих снизить себестоимость выработки электроэнергии в микросетях является применение генерирующих мощностей, использующих возобновляемые источники энергии (ветроэнергетические установки, микро- и мини ГЭС, солнечные электроустановки, газопоршневые установки, использующие биогаз в качестве топлива) [3].

Цель исследований – оптимизация работы распределенной системы с использованием источников генерации различного типа.

Материалы и методика исследований. Для оптимизации работы распределенной системы с использованием источников генерации на различных физических принципах необходима система управления, обеспечивающая оптимальные ввод и вывод генерирующих мощностей, в зависимости от конкретных условий в каждый момент времени. Например, условием для использования ветроэнергетических установок в системе является наличие ветропотока достаточной мощности в данный конкретный момент времени, способного обеспечить нагрузочные требования и обеспечить потребителя электроэнергией, с нормами качества по ГОСТ 13109-97.

При снижении мощности ветропотока необходимо осуществить постепенный вывод из генерации ветроэнергетической установки системы с одновременным вводом генерации на основе другого источника энергии в объеме, зависящем от потребности в электроэнергии со стороны потребителя в данный момент времени. Подобное оперативное управление генерацией электроэнергии, в зависимости от графиков нагрузки, позволит существенным образом снизить себестоимость выработки киловатт-часа за счет максимального использования возобновляемых источников энергии и осуществления оперативного управления генерацией при помощи распределенной системы управления [4, 5].

Результаты исследований. Структурная схема распределенной микросети приведена на рис. 1.

Генерирующие мощности «Генератор 1», «Генератор 2» и «Генератор n» с возможностью управления объединены в единую систему, обеспечивающую электроэнергией потребителей «Потребитель 1», «Потребитель 2» и «Потребитель n». Распределенная система управления обеспечивает управление генерирующими мощностями таким образом, чтобы в каждый конкретный момент времени генерация энергии осуществлялась от источника, с минимальной себестоимостью выработки электроэнергии. Отличительной особенностью, рассматриваемой системы является отсутствие общего вычислительного центра и необходимости организации информационных каналов связи для обмена управляющей информацией в системе. При этом, определенным образом, возможно организовать обмен электроэнергией с магистральными сетями среднего напряжения и осуществить подключение информационной распределенной системы управления к единому диспетчерскому пункту.

Отличительной особенностью использования способа организации информационного обмена и применения распределенной системы управления генерацией является возможность масштабирования микросети и объединения микросетей в энергетические системы, работающие под управлением единого алгоритма управления системой в целом [6].

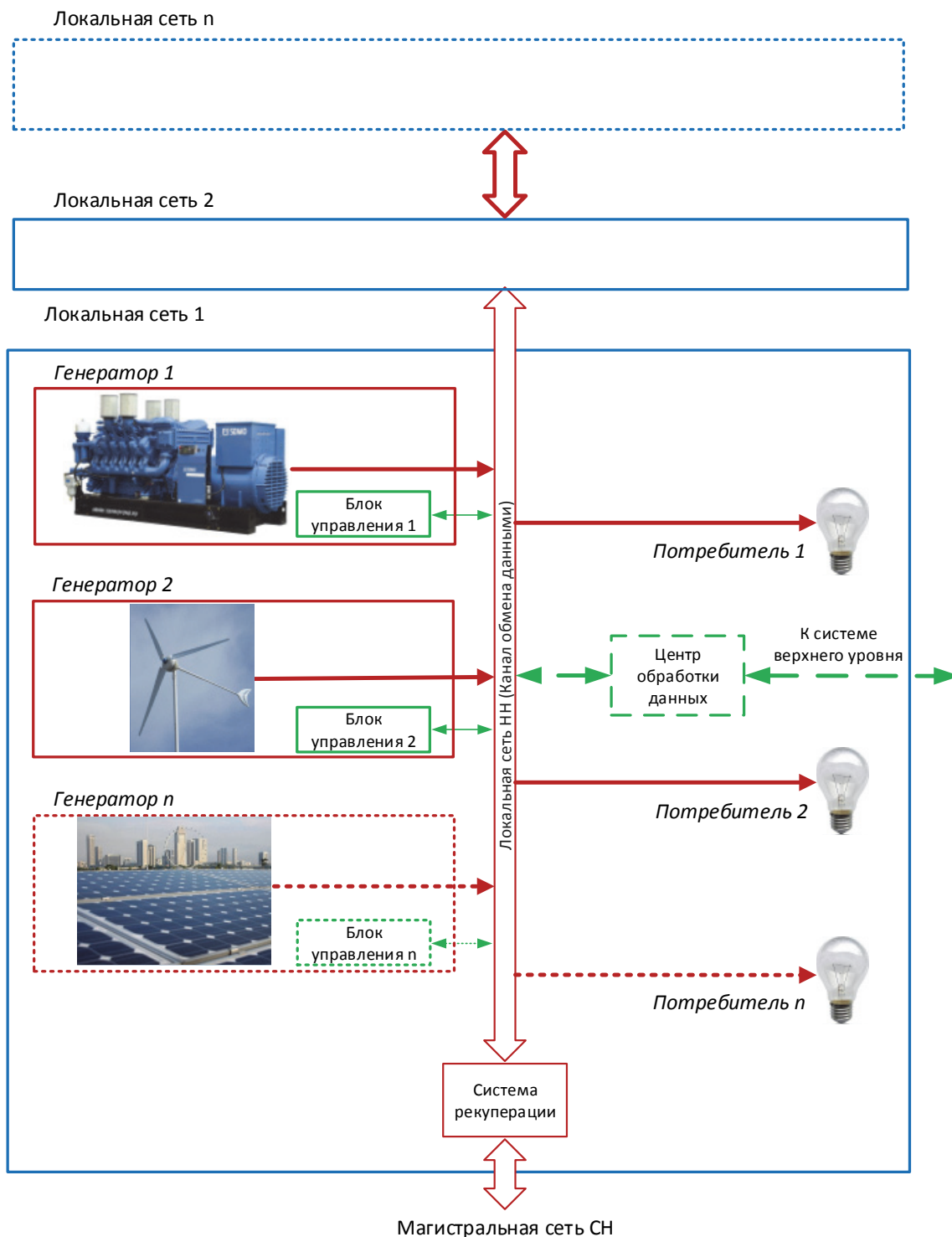


Рис. 1. Структурная схема распределенной микросети

Использование информационного обмена данными по электрической сети обеспечивает возможность реализации системы генерации электроэнергии, использующей возобновляемые и невозобновляемые источники энергии при совместной работе в единой электрической сети низкого напряжения для выработки электрической энергии и реализующей способ управления генерацией в зависимости от условий выработки и потребления электрической энергии на основе данных датчиков обратной

связи для снижения себестоимости вырабатываемой электроэнергии и повышения КПД системы в целом с возможностью обмена электроэнергией с энергосетями более высокого уровня [7].

Структурная схема системы, реализующая способ управления генерацией, представлена на рис. 2.

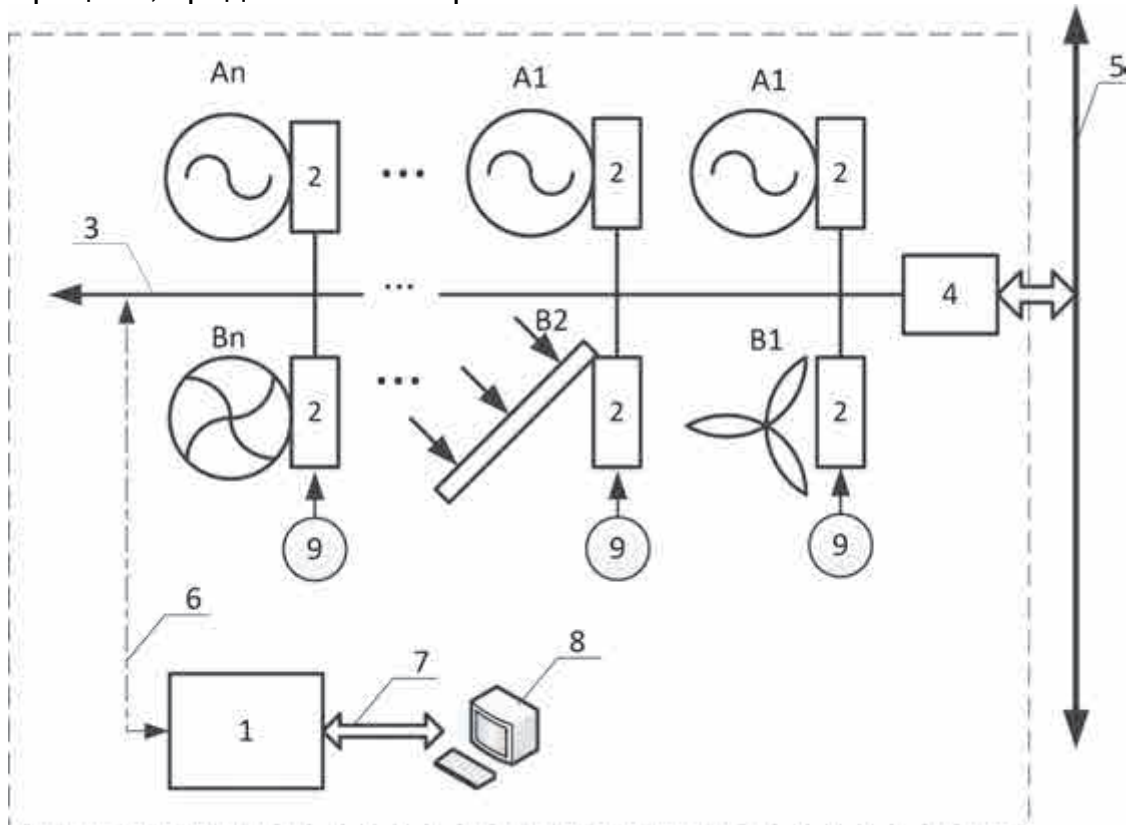


Рис. 2. Структурная схема системы управления генерацией

Способ заключается в анализе данных окружающей среды (направления и скорости ветра, значения солнечной радиации, скорости водного потока, объема и давления биогаза в магистрали), напряжения и частоты на силовом вводе от магистральной линии электропередачи и мощности в нагрузке. На основе полученных данных реализуется алгоритм выбора наиболее оптимального источника генерации для обеспечения потребителя электроэнергией с качеством по ГОСТ 13109 и при наименьшей себестоимости выработки электроэнергии. При изменении состояния окружающей среды и (или) потребления электроэнергии производится изменение источника генерации.

Система, реализующая заявленный способ, включает стационарную систему управления 1, локальные модули управления 2, которые устанавливаются непосредственно на источники генерации, использующие невозобновляемую энергию $A1...An$ (дизельное топливо, магистральный газ, котельное топливо), а также на источники генерации, использующие возобновляемую энергию $B1... Bn$ (ветроустановки, мини-ГЭС, солнечные панели, биогазовые генераторы). Локальные модули управления, устанавливаемые на источники генерации с возобновляемой энергией осуществляют трансляцию данных от датчиков окружающей

среды 9 в стационарную систему управления 1 через информационный канал 6, использующий в качестве среды передачи данных сеть локальную сеть низкого напряжения 3. Все источники генерации объединены в локальную сеть низкого напряжения 3, доставляющую электроэнергию непосредственно к потребителю. Локальная сеть низкого напряжения использует систему обмена электрической энергией 4 с магистральными электросетями среднего или высокого напряжения 5. Стационарная система управления 1 имеет информационный канал 7 для обмена данными и передачи управления системе верхнего уровня 8.

Система, реализующая предложенный способ, работает следующим образом. Электрическая мощность из магистральной сети 5 через систему обмена электрической энергией 4 поступает к потребителям. Стационарная система управления 1 анализирует нагрузку в сети и состояние окружающей среды через датчики 9. При достаточном ветропотоке, солнечной радиации или напоре воды через локальные модули управления 2, установленные у каждого источника генерации, в локальную сеть 3 вводится замещающая генерация, при этом мощность магистральной сети выводится таким образом, чтобы в качестве основного источника генерации в микросети максимально использовалась генерация от возобновляемых источников энергии $B1... Bn$. В случае избытка мощности от локальных возобновляемых источников энергии $B1... Bn$, осуществляется ее рекуперация через систему обмена электрической энергией 4 в магистральную сеть 5. При пиковой нагрузке в сети, если мощности генерации от возобновляемых источников энергии $B1... Bn$ недостаточно, а также в случае отсутствия подключения к магистральной сети, осуществляется ввод в сеть генерации от источников возобновляемой энергии $A1... An$ таким образом, чтобы преимущество имели источники с более дешевым видом топлива (использование газовой генерации имеет преимущество перед дизельной, дизельная – перед бензиновой). Стационарная система управления 1 осуществляет непрерывное управление источниками генерации $A1... An$ и $B1... Bn$ таким образом, чтобы в любой момент времени в зависимости от изменения нагрузки в локальной сети 3 осуществлять изменение локальной генерации в сети посредством управления источниками генерации через локальные модули управления 2, а также обеспечивать оптимальный обмен энергией с сетями более высокого уровня. Каждая подобная локальная система может встраиваться как элемент более крупной сети и работать под управлением системы верхнего уровня 8 через информационный канал обмена данными 7.

Список литературы

1. Стребков Д. С. Проект энергетической стратегии сельского хозяйства России / Д. С. Стребков, А. В. Тихомиров, В. В. Харченко // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 2. – С. 12.
2. Долгов И. Ю. Энергопотребление и энергоснабжение в сельскохозяйственном секторе Российской Федерации / И. Ю. Долгов, А. В. Тихомиров, В. В. Харченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 2. – С. 16.

3. Гусаров В. А. Использование локальной генерации от возобновляемых источников энергии в тупиковых участках протяженных линий электропередачи низкого напряжения / В. А. Гусаров, С. А. Лапшин, В. В. Харченко // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". – 2013. – № 7. – С. 15–18.

4. Источники регулируемой мощности в микросетях / Адомавичюс В., Харченко В. В., Валицкас И., Гусаров В. А. // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". – 2013. – № 7. – С. 54–59.

5. Адомавичюс В. Б. Особенности и проблемы построения микросетей / В. Б. Адомавичюс, В. В. Харченко // Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16–17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). – Ч. 5. – С. 50–57.

6. Лапшин С. А. Система управления генерацией и распределением энергии в локальных сетях низкого напряжения с использованием возобновляемых и невозобновляемых видов энергии / С. А. Лапшин // Материалы X Международной ежегодной конференции "Возобновляемая и малая энергетика 2013"; под ред. П. П. Безруких. – М., 2013.

7. Пат. № 2539875 РФ. Система электроснабжения потребителей в сетях напряжения с использованием возобновляемых и невозобновляемых источников энергии и управлением генерации электроэнергии / Гусаров В. А., Лапшин С. А., Харченко В. В. – № 2013113208/07 ; заявл. 25.03.2013 ; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ У МЕРЕЖАХ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРАЦІЇ РІЗНОГО ТИПУ Й КЕРУВАННЯМ ГЕНЕРАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

С. А. Лапшин

Анотація. Використання поновлюваних і невідновлюваних джерел генерації в локальних і замкнених електричних мережах низької напруги уможливають зниження собівартості виробленої кіловат-години електроенергії та підвищення надійності системи. Для підвищення ККД вироблення електроенергії в замкненій системі здійснюється оперативне управління генерацією залежно від споживання електроенергії і можливості використання відновлюваних джерел енергії. Як фізичне середовище для передачі ширококутових сигналів управління генерацією в такій системі планується використання фізичного середовища передачі електроенергії.

Ключові слова: поновлювані джерела енергії, генеруючі потужності, система управління, мережі низької напруги, PLC, розподілена генерація, система керування генерацією, ширококутовий доступ, ККД

CONSUMER POWER SUPPLY SYSTEM IN THE LOW VOLTAGE NETWORK BY USING DIFFERENT TYPES OF SOURCES OF GENERATION AND MANAGEMENT OF ELECTRICITY GENERATION

S. Lapshin

Annotation. *The use of renewable and non-renewable sources of generation in local and closed electrical low voltage networks provide an opportunity to reduce the cost of produced kWh of electric power and increase system reliability. To improve the efficiency of power generation is carried out in a closed system the operational management of the generation, depending on the power consumption and the possibility of using renewable energy sources. As a physical medium for transmitting broadband generation of control signals in such a system is planned the use of physical power transmission medium.*

Key words: *renewable energy sources, generating power, the control system, the low voltage network, PLC, distributed generation, the generation of the control system, broadband access and efficiency*

УДК 662.995

ВИХРЕВОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР

**Р. А. Серебряков, кандидат технических наук
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства», г. Москва, Россия
e-mail: viesh@dol.ru**

Аннотация. *Изложены основные принципы работы вихревых гидравлических теплогенераторов (ВГТ), предложен вариант теоретических основ работы ВГТ и разработана методика оценки эффективности работы ВГТ.*

Ключевые слова: *альтернативный источник энергии, вихрь, кавитатор, теплогенератор, эффективность*

В настоящее время в сельском хозяйстве существует задача широкого внедрения энергосберегающих технологий, которые позволят снизить затраты материальных средств при создании новой продукции и уменьшить энергетические затраты в данном процессе. Перспективным направлением для этого являются альтернативные источники энергии. Одним из альтернативных видов возобновляемой энергетики является вихревая энергетика [1, 2, 3, 4, 5, 6], представляющая собой технологии использования закрученных потоков сплошной среды (например, жидкости

© Р. А. Серебряков, 2016