

## Список использованной литературы

1. ФЗ Об охране окружающей среды (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [Электронный ресурс]: Электронный фонд Правовой и нормативной документации Консорциум Кодекс – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297>, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 19.03.2015).
2. Игнатов С.Б. Экологическая деонтология в естественнонаучном образовании студентов вуза [Текст] : автореферат дис. ... д-ра пед. наук / С. Б. Игнатов ; Урал. гос. пед. ун-т. - Екатеринбург, 2014. - 46 с.
3. Гришаева Ю. М. Концепция формирования эколого-профессиональной компетентности студентов гуманитарного вуза [Текст]: автореферат дис. ... д-ра пед. наук : защищена 22.10.2014 / Ю. М. Гришаева ; Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова. - М., 2014. - 36 с.
4. Томаков, В.И. Концепция формирования экологической компетентности будущего инженера [Текст] : монография / В.И. Томаков, М.В. Томаков. - Курск : КурскГТУ, 2009. - 236 с. : ил. - ISBN 978-5-7681-0515-0 : 243р.

## КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*Савкин К.Д.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Обухов С.Г., д.т.н., доцент кафедры  
электроэнергетики промышленных предприятий*

Надежное функционирование объектов малой энергетики является не только залогом энергетической безопасности населения, но и необходимым условием экономического развития регионов России.

Учитывая дефицитность, высокую стоимость и трудность доставки топлива в отдаленные регионы России, важнейшей задачей становится коренное повышение эффективности использования топлива объектами малой энергетики за счет применения современного высокоэффективного оборудования, оптимизации рабочих режимов генерирующих установок, использования нетрадиционных, возобновляемых и местных энергоресурсов. Так как для потребителей электроэнергии децентрализованных зон необходим гарантированный источник питания, наиболее перспективным вариантом построения

изолированных энергетических систем представляются комбинированные автономные системы электроснабжения с энергетическими установками возобновляемой энергетики [1].

Отсутствие на рынке возобновляемой энергетики универсальных технических устройств, обеспечивающих возможность объединения в рамках единой изолированной энергетической системы разнотипных энергетических установок с возможностью эффективного управления режимами их работы, является негативным фактором развития малой энергетики России и в то же время актуальной научной и технической задачей для практического решения.

Возможны различные варианты сопряжения дизельных электростанций (ДЭС), ветроэнергетических (ВЭУ) и фотоэлектрических установок (ФЭУ) при работе на общего потребителя, которые могут значительно различаться как по составу используемого электрооборудования, так и по технико-экономическим характеристикам.

Проведенный сравнительный анализ схем построения автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики показал, что наиболее перспективным вариантом сопряжения разнотипных энергетических установок в одной энергетической системе является использование промежуточной вставки постоянного тока. Применение такого подхода имеет большие перспективы: комбинированный энергетический комплекс строится по агрегатному принципу, легко масштабируется и при необходимости перестраивается. Данный подход позволяет унифицировать структуру и конструкцию электронных силовых преобразователей. Используя модульный принцип их построения, проще разработать линейку преобразователей на модельный ряд мощностей. Применение вставки постоянного тока позволяет более просто производить суммирование и распределение потоков энергии от генерирующих источников и реализовывать эффективные алгоритмы управления этим процессом.

В результате проведенных научных исследований была разработана концепция построения комбинированных систем автономного электроснабжения с использованием установок возобновляемой энергетики [2].

Предложенная структурная схема построения комбинированной системы автономного электроснабжения со вставкой постоянного тока приведена на рис. 1.

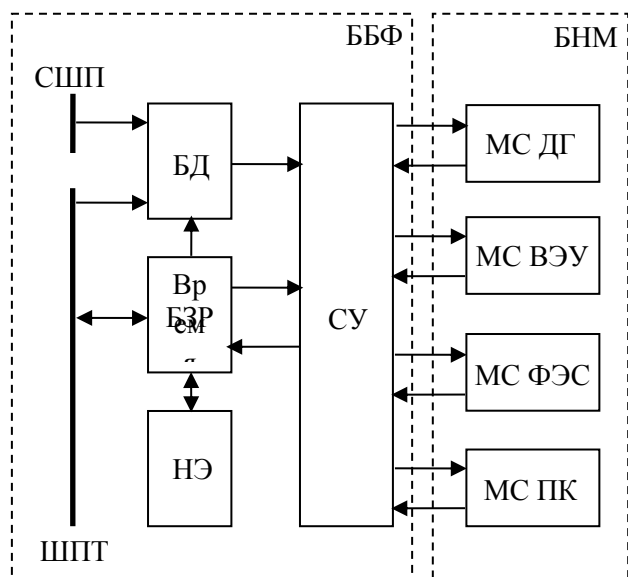


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема гибридной системы буферного накопления электроэнергии

Основной технической функцией гибридной системы буферного накопления электроэнергии (ГСБНЭ) является согласование режимов производства и потребления энергии в изолированной энергетической системе, содержащей установки возобновляемой энергетики.

Для обеспечения баланса мощностей в системе, необходимо контролировать значения основных электрических параметров: токов и напряжений всех силовых агрегатов и нагрузок, подключенных к системе электроснабжения, а также параметров накопителя энергии. Для этого на сборных шинах потребителя (СШП) и шине постоянного тока (ШПТ) устанавливаются все необходимые датчики, выходные сигналы с которых поступают в блок датчиков (БД), где они нормируются, обрабатываются и подаются в систему управления (СУ).

Необходимым элементом ГСБНЭ является блок базовых функций (ББФ), включающий в себя блок датчиков (БД), блок заряда-разряда (БЗР), непосредственно накопитель энергии (НЭ) и систему управления.

В рассматриваемой системе используется накопитель гибридного типа, основная энергетическая емкость которого реализована на основе аккумуляторных батарей (АБ). Аккумуляторный накопитель служит для компенсации мощности при протекании относительно медленных процессов в системе, а дополнительный конденсаторный накопитель небольшой емкости обеспечивает улучшение динамических параметров системы в моменты возникновения кратковременных пиковых нагрузок или резкого изменения генерирующей мощности.

БЗР содержит двунаправленный управляемый преобразователь, обеспечивающий режимы заряда/разряда накопителей по заданным системой управления алгоритмам, а также блок контроля емкости накопителей.

ББФ реализует «простой алгоритм» управления режимами работы автономной электростанции, основными функциями которого являются обеспечение баланса мощностей в изолированной энергетической системе и рациональных режимов заряда/разряда аккумуляторных батарей.

Данная стратегия управления может быть реализована при построении СУ БНЭ на базе микроконтроллера, в программу которого жестко вшиты технические характеристики используемых АБ.

Однако, функциональные возможности гибридной системы БНЭ могут быть существенно расширены за счет подключения к ней блока наборных модулей (БНМ).

Блок наборных модулей содержит опциональные модули сопряжения с конкретными объектами, например, МС ДГ – модуль сопряжения с дизель-генераторной установкой, МС ВЭУ – модуль сопряжения с ветроэнергетической установкой и т.п.

Согласованную работу нескольких генерирующих источников на общего потребителя обеспечивает система управления буферным накопителем энергии. Алгоритм ее функционирования должен обеспечить гарантированное покрытие электрической нагрузки, создаваемой потребителем, во всех возможных эксплуатационных режимах, при этом необходимо учесть ряд ограничений, накладываемых на работу автономной энергетической системы.

Выполненные теоретические исследования показали, что принятая стратегия и алгоритм управления рабочими режимами рассматриваемой энергетической системы работоспособны, обеспечивают эффективное использование потенциала первичных энергоносителей установок ВИЭ, и могут быть использованы для практической реализации.

Был разработан и изготовлен экспериментальный образец гибридной системы буферного накопления энергии ГСБНЭ-2/5-ШПТ, комплект эскизной конструкторской и эксплуатационной документации, проведены исследовательские испытания.

Проведенные испытания показали, что экспериментальный образец разрабатываемого устройства обеспечивает выполнение требуемых функций: аккумуляирования и распределения потоков энергии в автономных энергетических комплексах, содержащих энергетические установки возобновляемой энергетики, и имеет хорошие перспективы практического внедрения.

## Список информационных источников

1. Обухов С.Г., Плотников И.А. Сравнительный анализ схем автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики // Промышленная энергетика. - 2012 - №. 7 - С. 46-51
2. Электроэнергетическая система на возобновляемых источниках энергии: патент на изобретение 2476970 Рос. Федерация МПК51 H02J 3/32 / Б.В.Лукутин, С.Г.Обухов и др.; заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - № 2011150333/07; заявл. с 09.12.2011; опубл.: 27.02.2013, Бюл. № 6. – 8 с.

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ РЕКОНСТРУКТИВНАЯ ТОМОГРАФИЯ НА ОСНОВЕ СЕКТОРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

*Сагалакова А.Г.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В секторном сканировании используется оборудование с фазированными решетками. На сегодняшний день наиболее перспективным направлением развития ультразвукового контроля является технология фазированных решеток. Качество контроля значительно повышается при применении этой технологии при техническом диагностировании оборудования.

Технология ультразвуковой фазированной решетки основана на интерференции ультразвуковых волн и их генерировании. Преобразователь решетки состоит из множества пьезоэлектрических элементов, собранных в один преобразователь. Преобразователь содержит от 16 до 256 отдельных элементов. Для контроля всех элементов для формирования лучей используют программируемый генератор. В результате интерференции волн, исходящих от всех элементов, формируется результирующая волна под требуемым углом ввода, и производится сканирование. После чего генератор меняет угол ввода результирующей волны, и повторяется процесс сканирования.

При использовании метода секторного сканирования генерируется ультразвуковой луч с настраиваемыми углом ввода, размером фокусного пятна и фокусным расстоянием. А также в разных секторах фазированной решетки можно настроить генерирование луча. Эти функции открывают целый ряд новых возможностей. Например, можно