

Однако, расчет срока окупаемости был произведен исходя из того, что не была учтена купля-продажа энергии внутри системы, а было учтено количество электроэнергии, которое не нужно покупать из внешней энергосистемы за счет собственной генерации.

Но если работает система Blockchain и отдельному потребителю не хватает собственной генерации, то он покупает её у того, у кого она в избытке за собственную внутрисетевую валюту.

### **Выводы**

Использование распределённой генерации в малых изолированных энергосистемах является экономически оправданным: срок окупаемости устройств распределённой генерации значительно меньше срока их эксплуатации; Для организации взаиморасчётов между собственниками объектов малой генерации в микрогриде возможно применение технологии самоисполняемых контрактов.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. G. W. Arnold, «Challenges and opportunities in smart grid: a position article» Proceedings of the IEEE, vol. 99, no. 6, pp. 922–927, 2011.
2. C. Block, D. Neumann, C. Weinhardt «A Market Mechanism for Energy Allocation in Micro-CHP Grids» Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences – 2008, pp. 1-11.
3. J. Pascual, J. Barricarte, P. Sanchis, L. Marroyo «Energy management strategy for a renewable-based residential microgrid with generation and demand forecasting», Applied Energy 158 (2015) 12–25.

Научный руководитель: Е.М. Шишков, к.т.н., заместитель директора по науке, информатизации и инновациям филиала СамГТУ в г. Новокуйбышевске.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ**

Л.А. Бойко, А.И. Исакова, Д.П. Крауиньш  
Томский политехнический университет

**Аннотация.** Последние десятилетия цены за пользование сетями электроэнергии поднимаются, необходимость потребления также растёт. В связи с этим произведены исследования для определения перспектив применения, и выдвинуты несколько возможных идей использования малой энергетики в городе Томске.

**Ключевые слова:** Малая энергетика, ветровая энергии, скорость ветра, ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения, многолопастные ветрогенераторы, Томск.

Существует множество способов по извлечению энергии из окружающей среды либо самостоятельного генерирования её. К сожалению, большинство

современных источников энергии не бесконечны. Существует относительно новая отрасль – малая энергетика, которая подразумевает преобразование нескончаемой свободной энергии без вреда для окружающей среды.

Было проведено оценивание возможностей применения малой энергетике на территории Томска. Основной упор в работе был сделан на ветроэнергетику.

Преобразование энергии ветра в электроэнергию очень эффективно, т.к. ветрогенератор производит в 17 – 40 раз больше энергии, чем потребляет за это время. В свою очередь, КПД может достигать пятидесяти процентов. Энергия ветра является общедоступным возобновляемым ресурсом. Её использование не влечет за собой любого рода пагубных воздействий на экологию, т.к. осуществляется без выбросов веществ либо парниковых газов в атмосферу.

Минусы ветряков в зависимости продуктивности их работы от скорости ветра. Так же они не переносят резких порывов, превышающих максимально допустимые скорости ветра для конкретной станции. Оптимальное расположение для ветряков это - возвышенность с высокой скоростью ветра и низкой турбулентностью. Некоторые ветряки достаточно шумные, а защитники природы заявляют, что о вращающиеся лопасти разбиваются птицы. В связи с этим в ветряные электростанции, как правило, прекращают свою работу в сильно ветреную погоду и сезоны миграции птиц.

Для Томской области максимальные скорости ветра на высоте 10м достигаются в период с октября по май – 3,6 м/с, минимальные наблюдаются в июле и августе, тогда скорость ветра достигает 2,4 м/с. В среднем за год скорость ветра варьируется от 1,6 до 4,5 м/с, что открывает перспективы развития ветряных станций в нашем городе, мощностями 5, 10, 20 кВт. Стоит учесть, что с увеличением высоты, возрастает и скорость ветра.

Ветрогенераторы бывают с горизонтальной и вертикальной осью вращения. В таблице 1 проведено сравнение двух видов генераторов.

Табл. 1. Сравнения вертикальных и горизонтальных ветрогенераторов

Вертикальные ветрогенераторы	Горизонтальные ветрогенераторы
КПД 20-30%	КПД 25-35%
Не нуждаются в изменении положения при смене направления ветра.	Есть необходимость изменять свое положение для ориентации на направление ветра, при поворотах производительность падает.
Конструкция позволяет располагать редуктор с генератором в основании башни за счет удлинения вала.	Генератор с редуктором располагаются рядом с турбиной, наверху мачты, тем самым усложняя конструкцию.
Не нуждается в частом обслуживании: в строении нет щеток, обслуживаемых подшипников, редукторов.	Нуждается в периодическом обслуживании.
Стартовое вращение с 1-1,5 м/с. Не требует использования дополнительных устройств для запуска.	Стартовое вращение с 2-3 м/с.
Уровень шума до 20 дБ. В связи с	Уровень шума свыше 30 дБ (при

этим не имеет ограничений по расстоянию вблизи жилья.	сильном ветре превышает 100 дБ).
Выход на номинальную мощность с 6 м/с (в зависимости от особенностей конструкции)	Выход на номинальную мощность с 8-10 м/с
Большое количество положений лопастей, в котором ветер производит отрицательную работу, и эффективность турбины снижается.	Производительность ветрогенератора обратно пропорциональна количеству лопастей. Самыми распространёнными являются трёхлопастные устройства.
Срок службы при соблюдении инструкций 15-25 лет бесперебойной работы. Основному износу подвергаются опорные узлы и лопасти.	Срок службы при соблюдении инструкций 15-25 лет бесперебойной работы. Основному износу подвергаются опорно-подшипниковые узлы и поворотные механизмы.
Рекомендуются к использованию в зонах с высокой турбулентностью и часто меняющейся скоростью ветра.	Рекомендуются к использованию во всех остальных зонах (более широкий диапазон применения)
Кроме того, у вертикальных ветрогенераторов съём энергии происходит в более широком диапазоне скоростей ветра; гироскопические нагрузки и вибраций ниже, чем у горизонтальных ветряков. Так же они проще в эксплуатации и ремонте абсолютно безопасны для животных.	

После сравнения можно прийти к выводу, что для использования на территории Томска вертикальные ветрогенераторы обладают явными преимуществами перед ветрогенераторами с вертикальной осью вращения.

По результатам исследования можно сделать выводы, что применение малой энергетики на территории Томска возможно и рациональнее использовать ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Используя специальные конструкции и установки в повседневной жизни, можно частично отказаться от централизованного электроснабжения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. В.В. Литвак, В.А. Силич, М.И. Яворский. О создании рынка энергии на основе программы энергосбережения Томской области // Энергосбережение по Томску. Сборник статей, докладов и выступлений / Под ред. В.Н. Уйманова. – Томск: Изд-во Том. ун-та. 2001. – 204 с.
2. Оценка ветро-энергетического потенциала Томской области / Г.Г. Журавлев / Вестник Томского государственного университета 2001 N 274 (сентябрь). С. 141-147
3. Ветроэнергетика. Под ред. Д. Рензо. Пер. В.В. Зубарева, М.О. Франкфурта под ред. Я.И. Шефтера. - М. Энергоатомиздат, 1982, с. 272 (см. с. 44, рис. 1.22)

4. [Электронный ресурс]– режим доступа: [http://energomir.biz/alternativnaya-energetika/veter/gorizontalnyj-vetrogenerator.html]
5. [Электронный ресурс]– режим доступа: [Исследование аэродинамики и энергетических характеристик ротора Савониуса / Бубенчиков А.А [и др.]//Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – декабрь – С. 28-34.]
6. [Электронный ресурс]– режим доступа: [http://vetrodvig.ru/vetrogenerator-vertikalnyj-vetrogenerator-s-vertikalnoj-osyu-vrashheniya/]
7. Фатеев Е.М. «Ветро двигатели и ветроустановки». – М.: ОГИЗ–Сельхозгиз, 1948

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С УСТАНОВКАМИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

Э.К. Шуманский, Ю.Н. Булатов  
Братский государственный университет

**Введение.** Единая электроэнергетическая система (ЕЭС) России является сложным динамическим объектом, управление которым требует применения сложных автоматических систем. В настоящее время управление ЕЭС России построено по иерархическому принципу с центральной управляющей системой во главе. Такая система организации и управления ЕЭС нуждается в модернизации, хотя бы потому, что полностью централизованное управление становится неэффективным из-за наличия огромных потоков информации и больших временных затрат на её передачу в центр для принятия управленческого решения. Особенно актуален данный вопрос в случае применения большого количества источников малой генерации.

Системы управления ЕЭС включают в себя подсистемы, обладающие разными функциональными характеристиками и взаимодействующие с разными специалистами, удаленными друг от друга. Поэтому некоторые элементы организационного управления должны быть переданы от центра к периферии с чётким разграничением прав и информационного доступа [1].

Для решения обозначенных проблем в условиях возрастающих требований к надёжности, энергоэффективности и к качеству электроэнергии необходим переход отечественной электроэнергетики на новое качество управления путём создания интеллектуальной электроэнергетической системы (ЭЭС) с активно-адаптивной сетью (ИЭЭС ААС), представляющей собой клиентоориентированную ЭЭС нового поколения. Такая система должна обеспечить доступность использования ресурса, надёжное, качественное и эффективное обслуживание потребителей электроэнергии за счёт гибкого взаимодействия всех её субъектов на основе современных технологических средств и единой интеллектуальной иерархической системы управления [2, 3].