

**Д.В. Куделина**, канд. техн. наук, доцент, **А.Н. Горлов**, канд. техн. наук, доцент  
Россия, г.Курск, ФГБОУ ВО "Юго-Западный государственный университет"  
kafedra.es@yandex.ru

**Ю.А. Рудченко**, канд. техн. наук., доцент  
Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого,  
Республика Беларусь.

## **УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИЭ КАК КОМПЛЕКСА РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

*Аннотация.* В статье излагаются предпосылки использования информационных систем для целей управления и мониторинга энергопотреблением при использовании ВИЭ, что обеспечивает сокращение потерь при передаче энергоресурсов, более эффективное их использование, расширяет возможности применения возобновляемых источников энергии, диагностики и устранения сбоев и неполадок в работе автоматических устройств управления энергопотреблением, ведет к повышению устойчивости поставок энергоресурсов.

*Ключевые слова:* энергосбережение, электроэнергетика, показатели энергосбережения, энергоэффективность, энергоаудит, возобновляемые источники энергии, нечеткая логика.

В научной и специальной литературе по ВИЭ (возобновляемым источникам энергии) рассматриваются вопросы оптимального планирования и выбора ВИЭ с применением специальных математических методов и информационных технологий, что является целесообразным в условиях многофакторной и многокритериальной задачи. Представлены информационно-аналитические системы для принятия управленческих решений и реализованные в них методики, алгоритмы и программные средства могут быть легко адаптированы для любого региона в случае наполнения базы данных соответствующей информацией.

Таким образом, следует отметить, что использование информационных систем для целей управления и мониторинга энергопотреблением при использовании ВИЭ обеспечивает сокращение потерь при передаче энергоресурсов, более эффективное их использование, расширяет возможности применения возобновляемых источников энергии, диагностики и устранения сбоев и неполадок в работе автоматических устройств управления энергопотреблением, ведет к повышению устойчивости поставок энергоресурсов.

Перспективным направлением в области решения задач управления и мониторинга энергопотреблением является применение аппарата нечеткой логики. Использование этого аппарата рекомендуется при большой сложности рассматриваемых объектов или процессов, для которых создание обычных математических моделей сталкивается с большими трудностями, так как с увеличением размеров и сложности системы существенно усложняется ее моделирование с помощью традиционных математических выражений.

Так как управление энергопотреблением при использовании ВИЭ представляет собой комплекс разнообразных технических и организационно-экономических мероприятий, включая и проведение постоянного мониторинга энергопотребления на базе использования информационных систем, то для успешного решения данных задач требуется обработка значительных объемов исходных данных, зачастую имеющих неопределенность, неполноту и противоречивость, разработка определенного множества предполагаемых решений и действий, выбор наиболее оптимальных из них.

Подробный анализ технических и экономических трудностей при использовании ВИЭ в данной работе необходим, чтобы показать, насколько трудно организовать их крупномасштабное применение. Для решения данной проблемы необходим системный подход, реализующий комплекс взаимосвязанных мероприятий, реализация которого явно прослеживается во многих странах использованием правовой и законодательной базы.

Проведенный подробный анализ позволит российской стороне в ходе дальнейшего выполнения научно-исследовательской работы систематизировать полученную аналитическую информацию с целью разработки и внедрения технологии по мониторингу и управлению энергопотреблением при использовании ВИЭ.

В настоящее время при эксплуатации объектов альтернативной энергетики стараются контролировать целый комплекс показателей. К ним относятся стоимость, надежность, долговечность, энергетическая эффективность, коэффициент использования установленной мощности, материалы, экологическая чистота, социальная значимость. Чем больше требований предъявляется к новому оборудованию, системам и комплексам, тем совершеннее они должны быть. Но некоторые показатели возможно улучшить только при ухудшении других. Так, чтобы повысить надежность, нужно увеличить запасы прочности, дублируя элементы, используя высокопрочные, дорогостоящие материалы. Таким образом, повышая надежность, не следует ждать уменьшения стоимости. При большом количестве критериев выбор оборудования становится сложной задачей, так как практически невозможно найти предпочтительный вариант даже из двух, когда у одного есть преимущества по одной группе критериев, а у второго – по другой. Если малая система производства энергии имеет стоимость, близкую к нулевой, но она не удовлетворяет экологическим требованиям, а потребитель энергии – учреждение здравоохранения для лечения легочных заболеваний, то данная энергетическая установка не подходит для него.

По теории принятия решений в многокритериальных задачах необходимо или выбирать доминирующий критерий и аргументировать его состоятельность, а другие критерии принимать как вспомогательные (или ограничения), или каждому присваивать свой «вес» и приводить все критерии к одному обобщенному. Так как обобщение критериев связано с субъективной оценкой экспертов, то более предпочтительным оказывается выбор одного доминирующего критерия. Это как повышает строгость принимаемых решений, так и упрощает расчеты, уменьшает число ошибочных решений.

Так как в рыночных условиях экономики основным стимулом применения ВИЭ служит экономическая прибыль, то доминирующим следует считать экономический критерий. Остальные критерии нужно ранжировать в соответствии с их значимостью и учитывать в тех случаях, когда главный критерий теряет свою критичность.

Основным отличием при расчете энергетической и экономической эффективностей применения ВИЭ то, что энергетическая эффективность может быть определена с математической точностью, а экономическая всегда зависит от рынка, то есть от спроса и предложения на тот или иной вид энергоносителя или энергии.

#### *Список литературы*

1. Миллюкин Ю.А. Алгоритм и программа автоматизации вычислений, заданных в символьной форме на базе FPGA / Миллюкин Ю.А., Филонович А.В., Подчукаев В.А., Горлов А.Н. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2014. № 3 (54). С. 13-16.
2. Филонович А.В. Потребление электроэнергии светодиодными светильниками при снижении напряжения / Филонович А.В., Горлов А.Н., Филатов Е.А. // В сборнике научных статей Международной молодежной научно-практической конференции: в 2-х томах: Прогрессивные технологии и процессы. 2014. С. 218-220.
3. Biryulin V.I. Calculation of power losses in the transformer substation / Biryulin V.I., Gorlov A.N., Larin O.M., Kudelina D.V. // В сборнике: Труды XIII международной научно-технической конференции актуальные проблемы электронного приборостроения. 2016. С. 210-212.
4. Бирюлин В.И. Подготовка и повышение квалификации специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности / Бирюлин В.И., Горлов А.Н., Ларин О.М., Хорошилов Н.В., Горлова Ю.С. // Среднее профессиональное образование. 2010. № 4. С. 47-48.
5. Ларин О.М. Оптимизация потерь электроэнергии в системе электроснабжения промышленного предприятия. методы, модели и алгоритмы: монография / Ларин О.М., Алябьев

В.Н., Горлов А.Н., Чернышев А.С., Ворначева И.В., Гайдаш Н.М., Овчинников А.Л., Плескочнос Л.В., Игнатенко А.Н., Валишвили О.В. // Курск, 2017. -141 с.

6. Чернышёв А.С. Из истории электрификации города Курска / Чернышёв А.С., Надобных А.И., Снычева Д.И. // В сборнике научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: Будущее науки-2016. в 4-х томах. 2016. С. 213-218.

7. Бирюлин В.И. Исследование зависимости качества электроэнергии от работы офисной техники / Бирюлин В.И., Чернышев А.С., Извекова Е.В. // В сборнике 2-й Международной научно-практической конференции: Современные материалы, техника и технология. 2012. С. 71-74.

8. Чернышёв А.С. История пуска первой электростанции г. Курска / Чернышёв А.С., Надобных А.И., Снычева Д.И. // Электрика. 2015. № 9. С. 26-29.

9. Бирюлин В.И. Анализ эффективности региональной энергетики: монография / Бирюлин В.И., Горлов А.Н., Куделина Д.В., Гайдаш Н.М., Чернышев А.С., Валишвили О.В., Шаповалов В.В., Игнатенко А.Н., Гладышкин А.О. // Курск, 2018. - 123 с.

10. Чернышёв А.С. Математическая модель для расчета динамических характеристик трехфазных машин в режимах двигателя и генератора с самовозбуждением / Чернышёв А.С., Алябьев В.Н., Звягин Е.В. // Электрика. 2014. № 3. С. 2-5.

11. Бирюлин В.И. Прогнозирование потерь электроэнергии на подстанциях / Бирюлин В.И., Чернышев А.С., Зуб О.С. // Электрика. 2013. № 5. С. 02-03.

12. Алябьев В.Н. Математическая модель для расчета динамических характеристик трехфазных асинхронных машин в режиме двигателя / Алябьев В.Н., Чернышев А.С. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2-1. С. 086-090.

13. Надобных А.И. Повышение точности расчета потерь электроэнергии в трансформаторных подстанциях промышленных предприятий / Надобных А.И., Филатов Е.А. // В сборнике студенческих научных работ по материалам XV Всероссийской студенческой научной конференции с международным участием: Мировой опыт и экономика регионов России. 2017. С. 259-261.

14. Гадалов В.Н. Изучение порошков на основе титана и никеля. повышение эксплуатационных характеристик титановых сплавов: монография / Гадалов В.Н., Филонович А.В., Ворначева И.В., Гайдаш Н.М., Романченко А.С., Чернышев А.С. // Курск, 2018. - 121 с.

15. Чернышев А.С. Обзор возобновляемых источников энергии / Чернышев А.С., Мордвинов С.Е. // В сборнике научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции: Юность и знания - гарантия успеха - 2019. 2019. С. 146-149.

16. Чернышев А.С. Исследование и оптимизация расходов предприятия на потери в силовых трансформаторах / Чернышев А.С., Мордвинов С.Е. // В сборнике научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции: Юность и знания - гарантия успеха - 2019. 2019. С. 142-146.

17. Чернышев А.С. Перспективы развития альтернативной энергетики / Чернышев А.С., Мордвинов С.Е. // В сборнике научных статей 2-й Всероссийской научной конференции: Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее. 2019. С. 212-216.

18. Чернышева Д.В. Влияние несинусоидальности напряжения и тока на элементы системы электроснабжения / Чернышева Д.В. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2-1. С. 100-105.

19. Батырев Г.А. Струйные энергетические технологии / Батырев Г.А., Гайдаш Н.М. // В сборнике II Международной научно-практической конференции: Современные исследования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. 2014. С. 176-195.

20. Батарев Г.А. Отходы сельскохозяйственного производства - перспективный возобновляемый источник для производства энергии / Батарев Г.А., Гайдаш Н.М., Мальцев В.Н., Мальцев В.В. // Электрика. 2013. № 8. С. 17-22.

21. Алябьев В.Н. Учет тепловых процессов в синхронном генераторе / Алябьев В.Н., Евдокимова Е.В. // Электрика. 2013. № 5. С. 35-36.

22. Алябьев В.Н. Исследования и разработки в области информационных систем контроля и мониторинга энергопотребления / Алябьев В.Н., Сергеев С.А., Хорошилов Н.В. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 77-81.
23. Storozhenko A.M. Features of the rotational kinetic of magnetic fluid nanoparticles / Storozhenko A.M., Ryapolov P.A., Tantsyura A.O., Polunin V.M., Arefev I.M., Arefeva T.A., Kazakov Yu.B., Neruchev Yu.A., Korotkovskii V.I. // Журнал нано- и электронной физики. 2014. Т. 6. № 3. С. 03056-1-03056-4.
24. Стороженко А.М. О влиянии концентрации магнитных наночастиц в магнитной жидкости на результаты акустогранулометрии / Стороженко А.М., Полунин В.М., Танцюра А.О., Ряполов А.Н. // Нанотехника. 2012. № 3 (31). С. 49-53.
25. Storozhenko A.M. The results of research of magnetic fluid nanoparticles by microscopy and X-ray methods / Storozhenko A.M., Shabanova I.A., Tantsyura A.O. // Журнал нано- и электронной физики. 2015. Т. 7. № 4. С. 4056.
26. Полунин В.М. Результаты исследования полевой зависимости акустомагнитного эффекта / Полунин В.М., Стороженко А.М., Ряполов П.А., Танцюра А.О. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 3 (36). С. 37-43.
27. Романченко А.С. Определение уровня напряжения в электрических сетях освещения для энергосберегающих мероприятий / Романченко А.С., Матвеев П.О. // В сборнике статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: Наука молодых - будущее России. 2019. С. 142-145.
28. Ларин О.М. Электроэнергетические системы и сети / Ларин О.М., Бирюлин В.И., Горлов А.Н., Романченко А.С., Алябьев В.Н., Танцюра А.О., Гладышкин А.О., Быканов Е.А., Бабенков С.С. // учебное пособие / Курск, 2018. - 131 с.
29. Ватутин В.И. Автоматизация составления расписаний в КурскГТУ / Ватутин В.И., Ватутин Э.И., Романченко А.С. // В сборнике II Международной научно-методической конференции: Современные проблемы высшего профессионального образования. Курск, 2010. С. 28-30.
30. Милюкин Ю.А. Технология и алгоритм получения бинарного кода с помощью программы автоматизации вычислений, заданных в символьной форме / Милюкин Ю.А., Филонович А.В., Подчукаев В.А. // Научное обозрение. 2014. № 7-1. С. 271-275.
31. Гадалов В.Н. Комбинированная электрофизическая обработка порошковых титановых сплавов / Гадалов В.Н., Филонович А.В., Ворначева И.В., Бондарев В.Е., Савельев В.И. // В сборнике научных трудов: Лазеры в науке, технике, медицине. 2016. С. 45-49.