

УДК 004.9:620.9
ББК 32.973.26-018.2
Ш 79

Шопин Андрей Викторович

Кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления инженерно-физического факультета Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 571147, e-mail: ashop@adygnet.ru

Шопина Яна Андреевна

Студент инженерно-физического факультета Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 559181, e-mail: zyfshop@gmail.com

Выбор математического аппарата для реализации системы управления автономными энергетическими комплексами с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии (Рецензирована)

***Аннотация.** Характеристики входных и выходных данных системы управления автономными энергетическими комплексами с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии сопоставляются с критериями, характеризующими тип неопределенности объекта управления с целью определения математического аппарата, необходимого для реализации системы управления. Делается вывод о целесообразности использования технологий искусственного интеллекта, а именно нечеткого управления, для реализации системы управления автономными энергетическими комплексами с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии.*

***Ключевые слова:** нетрадиционные возобновляемые источники энергии, система управления, искусственный интеллект, нечеткое управление.*

Shopin Andrey Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Automated Systems of Processing Information and Control at Engineering-Physics Faculty, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 571147, e-mail: ashop@gip.ru

Shopina Yana Andreevna

Student of Engineering-Physics Faculty, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 559181, e-mail: ashop@gip.ru

The choice of a mathematical apparatus to implement a control system of autonomous power complexes with nonconventional renewables

***Abstract.** Characteristics of the input and output data of a control system of autonomous power complexes with nonconventional renewables are compared with the criteria characterizing type of uncertainty of an object of control for the purpose of definition of a mathematical apparatus necessary for realization of a control system. We conclude that it is expedient to use technologies of artificial intelligence, namely fuzzy control to implement a control system of autonomous power complexes with nonconventional renewables.*

***Keywords:** nonconventional renewables, control system, artificial intelligence, fuzzy control.*

В настоящее время растет спрос на автономные энергетические комплексы (АЭК) с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии (НВИЭ), которые являются во всем мире наиболее быстрорастущим в процентном отношении видом энергии. Однако у НВИЭ есть ряд недостатков [1].

1. Высокая стоимость.

Возобновляемая энергия в наиболее подходящих условиях оказывается вполне конкурентоспособной по цене с энергией от традиционных источников. Особенно – в автономных комбинированных энергосистемах малой и средней мощности в труднодоступных районах, удаленных от линий электропередач и теплотрасс. Развитие технологий и организационно-экономических условий также способствует снижению стоимости внедрения НВИЭ.

2. Малая плотность энергетического потока.

Требуется создание установок, имеющих большое распределение в пространстве для перехвата поступающей энергии, что приводит к отчуждению территорий и к увеличению капитальных вложений. Для автономных энергоустановок малой мощности этот недостаток не имеет критического значения.

3. Нестабильность (суточная, сезонная, погодная) поступления энергии, и как следствие, низкая надежность обеспечения энергией.

Возможны несколько вариантов решения: совмещение преобразователей нескольких источников энергии разной природы в единую энергосистему; использование накопителя энергии для выравнивания колебаний выработки энергии; совмещение с генерирующими устройствами на традиционном топливе; использование систем управления энергетическими системами с НВИЭ для повышения эффективности функционирования.

Анализ практического использования автономных энергетических систем показывает, что избежать ситуаций недостатка или переизбытка энергии в полной мере не удастся. Для решения этой проблемы предлагается использовать управление на операционном уровне с использованием технологий искусственного интеллекта [1, 2].

Цель управления на операционном уровне заключается в автоматическом обеспечении технологических требований работоспособности компонентов энергосистемы, снижении вероятности ситуаций, связанных как с недостатком энергии для обеспечения потребителя, так и с ее переизбытком.

В качестве входных данных системы управления АЭК с возобновляемыми источниками энергии определяются признаки описания состояния объекта управления [3]:

- совокупное текущее и прогнозируемое значения генерируемой энергии E_p, E'_p ;
- текущее и прогнозируемое значения потребляемой энергии E_R, E'_R ;
- текущее и прогнозируемое значения уровня заряда накопителя E_Z, E'_Z .

В качестве выходных данных – управляющие воздействия:

- заряд/разряд накопителя ΔE_Z ;
- изменение обеспечения энергией потребителя в соответствии с ранжированием нагрузки ΔE_R .

Текущие значения генерируемой и потребляемой энергий четкие, но в силу природной неопределенности функциональные зависимости изменения этих величин не могут быть получены, прогноз этих величин носит приблизительный, нечеткий характер.

Управление энергетическим комплексом может осуществляться на основе знаний оператора-эксперта. Это дает возможность строить не модель объекта управления, а модель управления объектом на основе субъективных представлений оператора с использованием качественных оценок, приводящих к необходимости использования математического аппарата, позволяющего работать с нечеткими данными.

Динамика изменения состояния объекта управления невысокая, поэтому существует достаточный временной запас для использования ресурсоемких технологий искусственного интеллекта при управлении сложным объектом.

Автономные энергокомплексы с НВИЭ представляют собой типичный пример сложной технической системы. Выбор математического аппарата для реализации системы управления сложным объектом зависит от типа неопределенности критериев, характеризующих объект управления. В [4] приведена классификация, устанавливающая соответствие между качественными значениями критериев, характеризующих объект управления, и типами неопределенности информации. Рассмотрим эти критерии применительно к АЭК с НВИЭ как объекту управления (табл. 1).

Критерии, характеризующие тип исходной информации – автономные энергетические комплексы с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии

Критерий \ Тип исходной информации	Детерминированная	Стохастическая	Нечеткая
Сведения о внутренних взаимосвязях	–	–	+
Определенность входов и выходов	+	+	+
Формализованность данных	+	+	+
Стационарность процесса	–	+	+
Наличие вероятностных характеристик	–	+	+
Наличие экспертных заключений	–	–	+
Зашумленность информации	–	–	–

Проведенный анализ критериев, характеризующих тип неопределенности АЭК с НВИЭ, как объекта управления, с использованием указанной классификации, позволяет сделать вывод о целесообразности применения методики нечеткого управления для создания систем управления АЭК с НВИЭ на операционном уровне.

Примечания:

1. Симанков В.С. Автоматизация системных исследований: монография (научное издание). Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2002. 376 с.
2. Бучацкий П.Ю. Математическое моделирование НВИЭ как объекта системного исследования // Материалы Всерос. науч. конф. по проблемам управления в технических системах. Санкт-Петербург, 2015. № 1. С. 60–62.
3. Шопин А.В. Метод нечеткого ситуационного управления фотоветроэлектростанцией // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ялта, 2017. С. 103–107.
4. Classification of information's uncertainty in system research / V.S. Simankov, V.V. Buchatskaya, P.Y. Buchatskiy, S.V. Teploukhov // Proceedings of 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements. (SCM 2017), Saint Petersburg, 24–26 May 2017. St. Petersburg, 2017. P. 187–189.

References:

1. Simankov V.S. Automation of system studies: a monograph (a scientific publication). Kuban State Technological University. Krasnodar, 2002. 376 pp.
2. Buchatsky P.Yu. Mathematical modeling of NVIE as an object of system research // Proceedings of Russian scient. conf. on the problems of control in technical systems. St. Petersburg, 2015. No. 1. P. 60–62.
3. Shopin A.V. Method of fuzzy situational control of the photo-wind electro-power station // Information systems and technologies in modeling and control: proceedings of Russian scient. and pract. conf. Yalta, 2017. P. 103–107.
4. Classification of information's uncertainty in system research / V.S. Simankov, V.V. Buchatskaya, P.Y. Buchatskiy, S.V. Teploukhov // Proceedings of 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements. (SCM 2017), Saint Petersburg, 24–26 May 2017. St. Petersburg, 2017. P. 187–189.