

НЕЙРОСЕТЕВАЯ АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Голик Е. П., Мирошниченко М. С., Березюк И. А., Волков И. В.
Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград,
Украина

Постановка проблемы. Для автономного энергоснабжения (АЭС) использование альтернативных источников энергии (АИЭ) является спасением в условиях энергетического кризиса. Самыми доступными АИЭ в любой точке планеты являются солнечная и ветровая энергии.

Мировая практика показала, что наиболее целесообразным способом АЭС является создание собственных источников и систем энергоснабжения. Такие энергосистемы часто называют системами автономного энергоснабжения (САЭС).

Учитывая, что энергетические нагрузки потребителя, как правило, неравномерные, то САЭС требуют использования систем аккумулирования. Но аккумуляторные батареи (АБ) имеют ограниченный ресурс работы. Поэтому в последнее время преимущество дают комбинированному использованию установок на основе АИЭ и традиционных источников энергии или установок с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Это обеспечивает экономию топлива и более высокую надежность, но имеет свои недостатки, например, необходимость привоза топлива, небольшие вредные выбросы, шум и эксплуатационные расходы.

Существующие системы управления САЭС на основе ветровых и солнечных установок не всегда могут адекватно реагировать на возмущения в процессе управления системой. Объясняется это тем, что в системе присутствуют неопределенности, что может в свою очередь существенно изменить режимы работы системы и ухудшить её показатели качества.

Неопределенности в САЭС на основе ветровых и солнечных установок заключаются в: неполных знаниях предметной области; недостаточной информации об энергетических потребностях автономного потребителя (АП); недостаточной достоверности входных данных (стохастический характер поступления энергии); отсутствие информации о состоянии энергетических установок и другого оборудования, которое входит в состав системы и др.

Поэтому возникает необходимость в поиске новых методов автоматизации процесса управления АЭС на основе ветровых и солнечных установок.

Постановка задачи. В [1] был предложен подход к решению задачи автоматического управления процессом АЭС в условиях неопределенности, который заключается в использовании методов нечеткой логики (НЛ) с нейросетевой адаптацией (НСА).

В общем виде структура САЭС представлена на рис. 1.

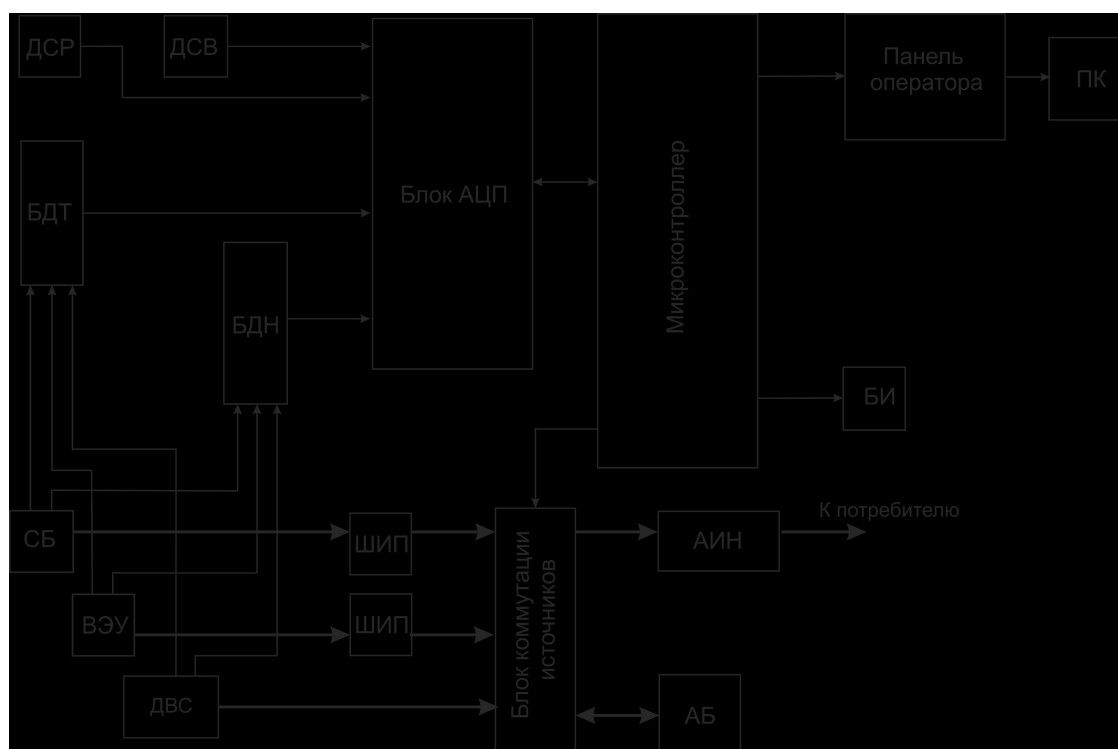


Рис. 1. Система автономного энергоснабжения:

ДСР - датчик солнечной радиации; ДСВ - датчик скорости ветра;
 ВЭУ - ветроэлектрическая установка; СБ - солнечная батарея; ДВС –
 двигатель внутреннего сгорания; АБ - аккумуляторная батарея; ШИП –
 широтно-импульсный преобразователь; БДТ - блок датчиков тока; БДН -
 блок датчиков напряжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
 АИН – автономный инвертор; ПК – персональный компьютер; Би -
 блок индикации.

Выбор конкретного типа оборудования в основном зависит от метеорологических и климатических условий местности, где планируется внедрять САЭС, энергетических потребностей и материальных ресурсов, которыми владеет потребитель.

Объектом управления в данной САЭС есть – процессы производства и потребления электрической энергии в условиях АЭС.

Таким образом, входными параметрами объекта управления являются:

- количество энергии, которое необходимо потребителю (энергетические потребности);
- количество энергии, которое генерируют энергоустановки (энергетические потоки).

Выходной параметр – выбор энергетического потока (или потоков), который может в данный момент времени обеспечить энергетические потребности.

То есть система автоматического управления (САУ) должна выполнять перераспределение энергии от энергоустановок согласно энергетических потребностей.

Согласно подходу, предложенному в [1], для создания САУ процессом АЭС, с использованием методов НЛ с НСА, необходимо предварительно провести обучение нейронной сети.

Для этого необходимо владеть информацией о диапазонах изменения входных и выходных параметров объекта управления.

Информацию о количестве энергии, которое необходимо потребителю, получают путем определения количества, мощности и продолжительности работы электроприемников.

Для определения количества энергии, которое генерируют энергоустановки, необходимо владеть информацией о мощности энергоустановок в условиях, где располагается потребитель.

Основные результаты исследования. В работе [2] представленный нейроадаптивный контур нечеткой САУ процессом АЭС и структура нейронной сети, где было предложено использовать градиентный метод.

Архитектура комплекса принятия решений САУ САЭС, представлена на рис. 2.

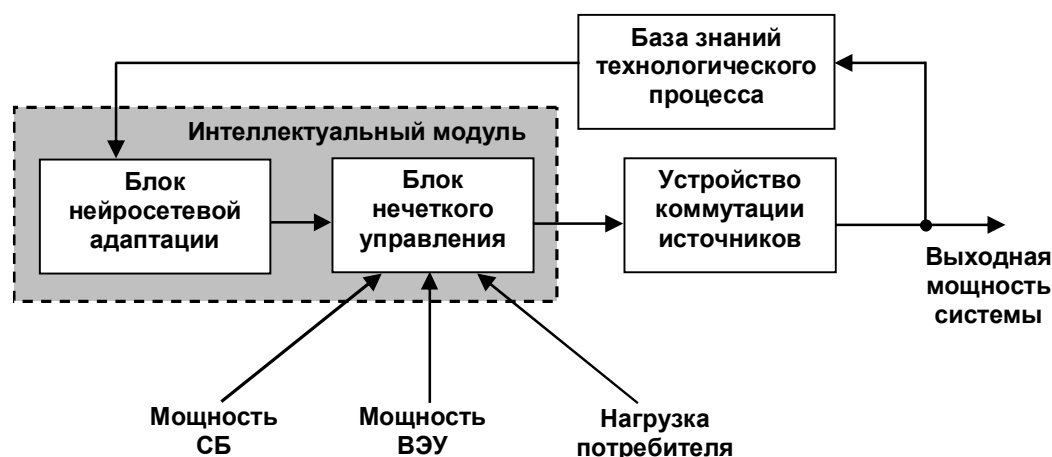


Рис. 2. Архитектура САУ САЭС

В зависимости от значений входных параметров блок коммутации источников должен обеспечить один из режимов:

- режим 1 – подключение только СБ;
- режим 2 – подключение СБ и ВЭУ;
- режим 3 – подключение СБ, ВЭУ и ДВС (или другого резервного источника питания).

На начальном этапе с помощью нейронной сети с использованием экспертных данных происходит адекватная настройка системы управления на основе НЛ. Далее происходит запуск САЭС.

В процессе функционирования постоянно пополняется база знаний технологического процесса. При несоответствии качества управления или через

определенный интервал времени (устанавливается специалистом-экспертом) информация из базы данных передается на интеллектуальный модуль, где с помощью нейронной сети осуществляется переобучение нечеткой системы.

Все это выполняется на основе алгоритма обратного распространения ошибки, который можно реализовать с помощью модуля Fuzzy Logic Toolbox программного пакета Matlab®, а именно графического интерфейса гибридных (нечетких) нейронных сетей ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System), этот редактор позволяет автоматически синтезировать из экспериментальных данных нейронечеткие сети [3-5].

Для обработки информации целесообразно использовать алгоритм Сугено (нечеткая база знаний, которая делит пространство входных переменных на нечеткие зоны, в каких связь между входными и выходной переменной задают линейной функцией.). Алгоритм Сугено использует набор правил в следующей форме (приводим пример двух правил):

П₁: если x есть A_1 и y есть B_1 тогда $z_1 = a_1 x \mid b_1 y$,

П₂: если x есть A_2 и y есть B_2 тогда $z_2 = a_2 x \mid b_2 y$,

Первый этап – находят степени истинности для каждого правила: $A_1(x_0)$, $A_2(x_0)$, $B_1(y_0)$, $B_2(y_0)$.

На втором этапе вычисляют:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= A_1(x_0) \wedge B_1(y_0), \\ \alpha_2 &= A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)\end{aligned}\quad (1)$$

Индивидуальные выходы правил:

$$\begin{aligned}z_1^* &= a_1 x_0 + b_1 y_0, \\ z_2^* &= a_2 x_0 + b_2 y_0\end{aligned}\quad (2)$$

На третьем этапе определяют четкое значение переменной вывода:

$$z_0 = \frac{\alpha_1 z_1^* + \alpha_2 z_2^*}{\alpha_1 + \alpha_2}, \quad (3)$$

где A_1, A_2, B_1, B_2 – нечеткие множества входных параметров САУ; x и y – соответственно, входной и выходной сигналы; α_1, α_2 – степени истинности; z_1 и z_2 – индивидуальные выходы правил; z_0 – выход сети.

На рис. 3 показана структура нечеткой САУ САЭС, созданной с помощью FIS-редактора MatLab®.

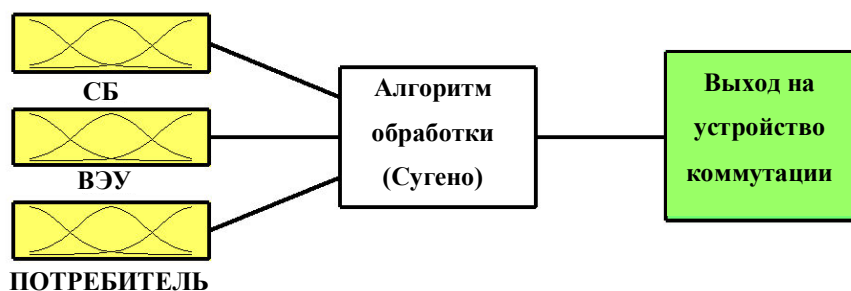


Рис. 3. Структура нечеткой САУ САЭС (модуль FIS-Editor MatLab®)

Программный код такой нечеткой системы с помощью функциональных блоков Matlab® можно легко регенерировать в код языка программирования FCL (Fuzzy Control Language). Это даст возможность инкапсулировать программное обеспечение, разработанное на языке нечеткого управления FCL, в функциональный блок (на основе стандарта IEC 1131-3) программируемых логических контролеров в виде структурированного текста.

Выводы. За счет использования НСА можно оптимизировать структуру САУ в условиях реального времени и создавать энергоэффективную возобновляемую базу знаний режимов функционирования САЭС. Предложенный подход отличается от известных тем, что использование математического аппарата НЛ с НСА, который был использован для создания САУ, позволило прогнозировать и согласовывать процессы энергопотребления и энергоснабжения потребителя от АИЭ.

Для аппаратной реализации нейронечеткой САУ САЭС рекомендуется использовать микроконтроллер со стандартом поддержки программного обеспечения IEC 1131-7.

Приведенный в работе алгоритм нейросетевой адаптации САУ САЭС, может быть использован для автоматизации процесса управления энергоснабжением любых объектов, которые используют для энергоснабжения разнотипные автономные источники энергии.

Список литературы

1. Голик О. П. Підхід до розв'язання задачі автоматизації процесу керування електропостачанням автономних споживачів в умовах невизначеності / О. П. Голик, Р. В. Жесан, І. А. Березюк // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / Вип. 26 – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 218-224.

2. Голик О. П. Нейроадаптивний контур нечіткої системи керування автономним енергопостачанням на основі енергій сонця та вітру / О. П. Голик, Р. В. Жесан, В. М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК» / № 161. – Київ: НУБП, 2011. – С. 133-142.

3. Леоненков А. В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / Леоненков А. В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

4. Деменков Н. П. Нечеткое управление в технических системах: [Учебное пособие] / Деменков Н. П. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 200 с.

5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский. Л.; пер. с польск. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 452 с.