

## **О Т З Ы В**

официального оппонента на диссертацию Сидоренко Евгения Васильевича «Интеллектуализация процессов управления в системе внутреннего энергоснабжения АЭС на основе аппарата нейронных сетей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

### **Актуальность темы**

В настоящее время особую значимость приобретает проблема повышения эффективности и качества функционирования технологических процессов потоков мощности в электроэнергетических системах. Это обусловлено тенденцией роста потребности в электрической энергии у населения и промышленных предприятий, а также изменяющейся во времени структурой комплекса локальных энергосистем, являющихся, ввиду этого, объектом с существенными неопределёнными параметрами, влияющими на перераспределение и потребление энергоресурсов.

Взаимосвязанные технологические процессы производства, транспортировки и использования энергоресурсов применительно к внутреннему энергопотреблению АЭС сопряжены с необходимостью создания современных средств автоматизации, позволяющих оптимизировать режимы функционирования структурных элементов. При этом эффективность управления определяется параметром напряжения питания в совокупности с минимизацией потерь активной мощности. Вместе с тем, обязательным условием служит также необходимость стабилизации в заданных границах частоты питающей сети.

Существенная амортизация в процессе функционирования электрических

сетей, тенденция планового роста мощностей энергоустановок потребителей электроэнергии, повышение неравномерностей и неопределенностей в процессе транспортировки мощности энергоресурсов во времени и направлениям, многократно повышают математическую сложность задач, которые требуется решать при регулировании энергораспределения на различных иерархических уровнях системы управления (СУ). Данная проблематика в полной мере актуальна и в условиях внутреннего электроснабжения объектов производителей энергоресурсов.

В этой связи тематика диссертационной работы Сидоренко Е. В., посвящённая интеллектуализации процессов управления процессами перетоков мощности применительно к внутреннему энергопотреблению АЭС с учетом слабоформализуемых и неопределенных факторов является актуальной.

### **Структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Общий объём диссертации 165 страниц, в том числе 44 рис., 9 таблиц. В дополнение к основной части оформлено 6 приложений на 35 страницах. Библиографический список включает 148 наименований.

### **Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, базируются на корректном применении общепризнанных научных методов и положений, в частности, методов теории управления, теории математического моделирования, теории системного анализа, искусственных нейронных сетей, нечеткой логики, нечеткого регулирования. Достоверность выводов, содержащихся в диссертации, обеспечена



результатами сравнительного анализа данных вычислительных и натурных экспериментов.

Как следует из текста диссертации, цель работы ориентирована на снижение потерь электрической энергии и мощности, а также повышение качества переходных процессов в системах энергопотребления собственных нужд АЭС с помощью разработанных алгоритмов функционирования и моделей на основе искусственной нейронной сети (ИНС) и нечеткой нейронной сети (ННС), которые учитывают неопределённость при определении оптимальных режимов работы локальных элементов электроэнергетической системы (ЭЭС), в частности, с помощью класса – нечёткие нейронные регуляторы (ННР).

Для достижения данной цели автором в работе осуществлён анализ функционирования элементов локальных объектов собственных нужд АЭС, имеющей своей целью оценку перспектив повышения эффективности систем управления перетоками электроэнергии и мощности.

Также произведена оценка степени влияния неопределённых и слабоформализуемых факторов в процессах передачи, трансформации и преобразования потоков электроэнергии и мощности, а также выполнено описание их в терминах аппарата ННС.

При выполнении диссертационного исследования разработаны модели, а также алгоритмы управления распределением электрической энергией и мощностью на базе ИНС (ННС), как основного элемента систем управления данного технологического процесса.

Кроме того, следует отметить практический интерес к результатам реализации модели оптимизации СУ локальных энергораспределительных объектов собственных нужд АЭС по показателю минимума потерь активной мощности, а также осуществленный синтез ННР локальных элементов автоматических систем контроля и управления энергоснабжением (АСДУЭ).



## Научная новизна

В ходе диссертационного исследования автором получены следующие научные результаты:

- способ формального описания потоков энергоресурсов в локальных ЭЭС, отличающийся применением методов ИНС и ННС, позволяющий учитывать неопределённые и слабоформализуемые факторы;
- нечёткие нейронные модели управления технологическими процессами распределения энергоресурсов, отличающиеся использованием параметрических моделей, позволяющие обеспечить повышение показателей точности прогнозирования и анализа, а также имеющие возможность свободного масштабирования как во временной, так и в предметной области (различные элементы внутреннего энергоснабжения АЭС);
- алгоритм обучения ННС, отличающийся применением градиентных методов в совокупности с методом наименьших квадратов, позволяющий обеспечить максимальный учёт динамических свойств локальных элементов ЭЭС с присущей им существенной степенью влияния неопределённых и слабоформализуемых факторов;
- алгоритмы локальной оптимизации элементов передачи, трансформации и потребления энергоресурсов, а также элементов внутреннего энергоснабжения АЭС, основанные на использовании метода Ньютона–Рафсона, позволяющие минимизировать потери электрической энергии и активной мощности;
- универсальные нечеткие нейронные регуляторы, основанные на сочетании свойств нечеткого регулятора и нейронной сети, позволяющие комплексно учитывать значимые факторы, влияющие на качество организации регулирования потоков энергоресурсов в конкретных условиях реализации систем внутреннего энергоснабжения Нововоронежской АЭС;
- структура программно-аппаратного обеспечения процессов управления



потоками энергоресурсов, прогнозирования их состояния и последующего анализа, отличающаяся введением структурных элементов, позволяющая повысить точность прогнозирования и качество интеграции с пакетами углубленной оценки, а также обладающая удобным пользовательским интерфейсом.

Все результаты, полученные в диссертационном исследовании, являются новыми и достоверными и соответствуют требованиям ВАК России.

### **Значимость полученных результатов для теории и практики**

К полученным в диссертационной работе результатам, характеризующимся значимостью для науки можно отнести разработку моделей и алгоритмов оптимизации процессов управления локальными распределительными объектами (автотрансформаторным оборудованием, регулируемой нагрузкой узлов энергораспределения), на базе комплексного критерия минимизации потерь активной мощности (на основе методов, использующих алгоритмы Лагранжа и Ньютона – Рафсона). Кроме того, следует отметить предложенную автором модель оперативного нечеткого регулирования работы систем внутреннего энергоснабжения НВ АЭС, позволяющую в оперативном режиме производить управление показателями, в частности перераспределением потоков активной и реактивной мощности.

К практическим результатам диссертационной работы относится разработанный программный комплекс, применение которого, в силу модульной структуры, может лежать как в рамках решения задачи оптимизации локальных узлов нагрузки, так и в рамках производственных систем в условиях задач развития, включающих в себя планомерное снижение энергоёмкости и повышение эффективности функционирования энергоснабжения.

Результаты исследований нашли практическое внедрение в рамках системы управления производственными объектами обеспечения собственных нужд Нововоронежской АЭС.

Прогнозный эффект от внедрения достигается посредством повышения точности и качества управления, и может быть представлен в виде уменьшения абсолютного значения потерь активной мощности в сопоставлении с применяемыми в настоящее время (классическими) версиями АСДУЭ.

### **Замечания по диссертации**

1. В рамках первой главы автором качественно описана предлагаемая структура АСДУЭ на основе реализации аппарата искусственных нейронных сетей и нечёткого регулирования. Однако, было бы целесообразным рассмотреть основных количественных показателей эффективности в рамках данной структурной организации.

2. В главе 3 не в полной мере рассмотрена возможность применения предлагаемого метода оптимизации системы внутреннего энергоснабжения (на базе нечёткой нейронной сети) в режиме оперативного управления, в частности, в явном виде не указывается время, необходимое на внесение корректировки перераспределения перетоков мощностей.

3. В диссертации не рассмотрены вопросы возможного использования в данной предметной области других параметров настройки нечетких регуляторов (помимо варьирования качественных и количественных показателей входных и выходных термов принадлежности).

4. Было бы полезно, с содержательной точки зрения, более подробно представить механизм взаимодействия системы управления на базе нечеткого регулятора с другими элементами системы внутреннего энергоснабжения НВ АЭС.



5. Имеются неточности при оформлении автореферата, например, название рис.4.

6. Автору следовало бы более полно представить требования, предъявляемые к нечеткому регулятору, используемому для оптимизации функционирования локальными объектами энергопотребления.

Перечисленные замечания не влияют на общее положительное впечатление от представленной диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертация Сидоренко Е. В. имеет теоретическую и практическую значимость, заключающуюся, прежде всего, в повышении качества управления перетоками мощности в распределительных сетях и выражается в дополнительном снижении потерь электрической энергии и мощности, с помощью разработанных алгоритмов и моделей на основе искусственных нейронных сетей, а также определении оптимальных режимов нейронных нечетких регуляторов.

Основные положения и результаты диссертации соответствуют автореферату и подробно отражены в 7 работах в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 публикации в издании, индексируемом в базе данных Scopus, 1 свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым Положением ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автор диссертационной работы «Интеллектуализация процессов управления в системе внутреннего энергоснабжения АЭС на основе аппарата нейронных сетей» Сидоренко Евгений Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. – «Автоматизация и управление технологическими процессами и

производствами».

Официальный оппонент,  
заведующий кафедрой «Вычислительная техника»  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Юго-Западный государственный  
университет», доцент,  
доктор технических наук



Чернецкая Ирина Евгеньевна

305040, Россия, г. Курск,  
ул. 50 лет Октября, 94  
тел: +7 (4712)22-26-83  
email: white731@yandex.ru

