

МЕТОД ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ СЕТЬЮ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В.Я. Жуйков, докт.техн.наук, **Г.Д. Киселев**, канд.техн.наук, **А.Г. Киселева**
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
пр. Победы, 37, Киев, 03056, Украина.
e-mail: kiseleva_anna@ukr.net

Предложен метод управления сетью с полупроводниковыми преобразователями электроэнергии на основе объектно-когнитивного подхода и модифицированного треугольника предвидения, который позволяет формировать рациональные сервисы управления преобразователями, учитывающие параметры контекста среды микрогрид. Библ. 5, рис. 1.

Ключевые слова: контекст, онтологическая база знаний, прецедент.

Активная разработка и внедрение гетерогенных сетей типа микрогрид [1], включающих генераторы электроэнергии, различного типа нагрузки и связывающие их полупроводниковые преобразователи электроэнергии, требует разработки специальных систем, позволяющих осуществлять управление как со стороны потребителей, так и со стороны диспетчерского персонала. Существующие на сегодняшний день системы управления [2] не в состоянии выполнить функции согласования работы нескольких преобразователей на базе информации о текущем состоянии микрогрид (на основании так называемого контекста). Одним из возможных решений данной проблемы является разработка контекстно-зависимой системы управления (КЗСУ) преобразователями, что в свою очередь, обуславливает необходимость развития методов управления на основе теории, включающей когнитивные аспекты и аспекты системного анализа [3].

Создание КЗСУ требует учета многих видов контекста [4], накапливаемого в информационном пространстве микрогрид и зависящего от времени. Поскольку в контекст входит разнотипная информация, причем некоторые параметры контекста могут быть взаимозависимыми или оказывать противоречивое влияние на преобразователь, и, кроме того, невозможно установить непосредственную связь между параметрами контекста и сгенерированным управляющим воздействием, возникает проблема выбора рационального варианта управления. Поэтому задача управления множеством преобразователей состоит в том, чтобы адекватно учитывать многочисленные параметры контекста, изменяющиеся как под влиянием внешней среды, так и в результате функционирования преобразователей.

Контекстно-зависимая система управления преобразователями электроэнергии должна быть интеллектуальной системой поддержки принятия решений, которая адаптируется к изменениям контекста микрогрид путем изменения алгоритмов управления преобразователями и коммутаторами. Кроме того, КЗСУ может учитывать субъективную информацию, накопленную за годы работы пользователей, а также данные контекста, накопленные за определенный период работы микрогрид, что позволяет дать как количественную, так и качественную оценку показателей процесса управления.

Математическое обеспечение процесса поддержки принятия решений по управлению полупроводниковыми преобразователями электроэнергии создается с применением методов инженерии знаний. Для построения контекстно-зависимой системы управления преобразователями в микрогрид предлагается использовать двухуровневую структуру системы принятия решений, состоящую из нормативного и дескриптивного блоков.

Выделим основные задачи, выполнение которых должна обеспечить КЗСУ преобразователями. В нормативном блоке – это анализ и прогнозирование контекста, что обеспечивает верификацию данных, на основе которых принимаются решения по управлению. В дескриптивном блоке – это создание программной среды для проектирования быстродействующих алгоритмов управления преобразователями для разнотипных микрогрид с учетом пожеланий пользователей. Еще одной задачей является интеграция различных программных средств, реализующих алгоритмы управления на микропроцессорном уровне.

Разрабатываемый метод принятия решений по управлению преобразователями предполагает создание в дескриптивном блоке онтологии микрогрид $Onto^{domain}$ и онтологии прецедентов $Onto^{cbr}$, которые совместно образуют онтологическую базу знаний (БЗ) $Onto^{DK}$ [5]. Онтология микрогрид содержит общие знания о среде микрогрид, а онтология прецедентов накапливает опыт экспертов по решению проблемных ситуаций (ПС), возникающих в среде микрогрид.

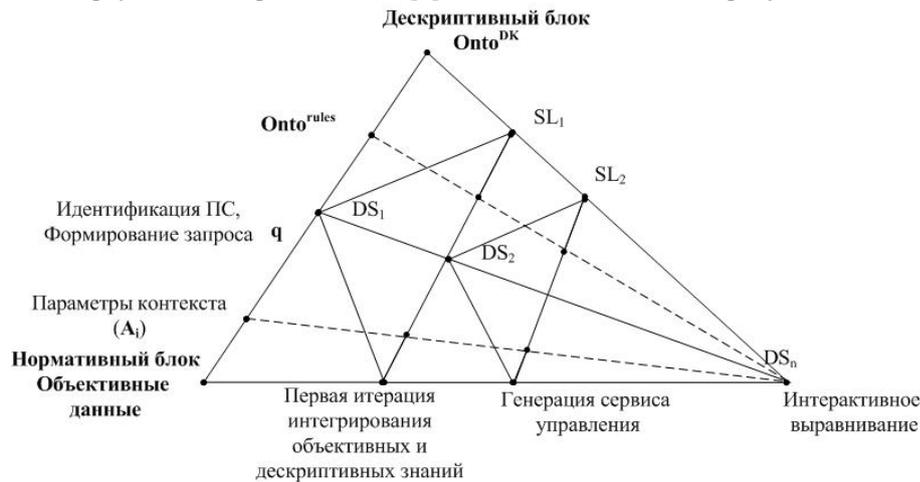
Особенность онтологии прецедентов в том, что она является абстрактным описанием процесса управления преобразователями и может быть интегрирована с онтологией любого доменного объекта микрогрид (например, уровень района или дома), т.е. ее можно масштабировать. Данная онтология описывает различные точки зрения экспертов на проблемные ситуации в микрогрид и позволяет учитывать знания, связь между

которыми неочевидна и проследить которую с использованием аксиом, присущих простой онтологии, не представляется возможным.

В онтологической БЗ $Onto^{DK}$ описываются правила классификации проблемных ситуаций $Onto^{rules}$. Основное отличие предлагаемой онтологической БЗ от уже существующих – это интеграция методов искусственного интеллекта, позволяющих совместить логический вывод на основе $Onto^{domain}$ с выводом на основе прецедентов $Onto^{cbr}$ и с правилами распознавания класса проблемной ситуации $Onto^{rules}$. Математически онтологическая БЗ описывается следующим образом:

$$Onto^{DK} = \langle Onto^{domain}, Onto^{cbr}, Onto^{rules} \rangle.$$

Представленные онтологии используются при разработке метода управления преобразователями электроэнергетики на основе объектно-когнитивного подхода. Данный метод предполагает модификацию традиционного «треугольника предвидения» [6] так, как это показано на рисунке.



Вершина треугольника предвидения $Onto^{DK}$ представляет дескриптивный блок КЗСУ преобразователями, а именно данные, описывающие субъективное представление эксперта и пользователя о работе преобразователей. Причем, пользователь в процессе работы корректирует содержание субъективного представления и тем самым изменяет в некотором ограниченном диапазоне значения дескриптивных данных.

Вершина «Объективные данные» представляет нормативный блок КЗСУ преобразователями, т.е. объективные данные, полученные при обработке контекстных параметров (данные с датчиков). Согласование или достижение релевантности субъективных и объективных данных происходит путем их преобразования через $Onto^{DK}$. Несоответствие объективных и субъективных контекстов в $Onto^{DK}$ переводит КЗСУ преобразователями на первый шаг итерации принятия решения, на котором осуществляется изменение субъективных и оценивание возможных объективных в $Onto^{DK}$ параметров контекста.

Изменение объективного состояния микрогрид происходит после выполнения соответствующих сервисов управления преобразователями. Последовательность итераций, которая формируется на n -ом шаге преобразования $Onto^{DK}$, приводит к интерактивному выравниванию, наблюдаемому в третьей вершине треугольника. В результате генерируются сервисы управления преобразователями. После этого через заданное системное время процесс повторяется для новых параметров контекста.

При инициализации алгоритма, реализующего метод принятия решений по выбору сервиса управления преобразователями, создается запрос q , включающий набор экземпляров классов $Onto^{rules}$, соответствующих заданным параметрам контекста (A_i). Происходит определение класса проблемной ситуации (идентификация ПС) с использованием разработанных правил классификации на основе процедуры отнесения запроса к одному из ранее определенных классов в $Onto^{domain}$. Далее выделяются все экземпляры выбранного класса, и с использованием алгоритма определения меры сходства производится сравнение запроса q с прецедентами-экземплярами, хранящимися в онтологической базе знаний $Onto^{cbr}$, с учетом отношений, заданных на онтологии $Onto^{domain}$. Прецедент описывается классами и их свойствами в онтологии $Onto^{domain}$, включающими параметры описания проблемной ситуации DS_i и ее решения SL_i (рисунок).

Современным подходом к реализации рассмотренного метода принятия решений по управлению сетью с преобразователями является использование технологии «Облачных вычислений» (*Cloud Computing*). Главной положительной чертой данной технологии является существенная экономия средств на эксплуатацию одной или нескольких сетей микрогрид, поскольку программное обеспечение КЗСУ преобразователями хранится на удаленных серверах «облачного» провайдера, что исключает необходимость содержать собственную информационную инфраструктуру и платить за вычислительные ресурсы, которые в большинстве случаев не задействованы на полную мощность.

Предложенный метод принятия решений по управлению сетью с полупроводниковыми преобразователями электроэнергии на основании треугольника предвидения и объектно-когнитивного подхода является математической и алгоритмической основой для построения программного обеспечения, позволяющего генерировать сервисы управления преобразователями в среде микрогрид.

1. Lasseter R. MicroGrids. – IEEE PES Winter Meeting, 2002. – Pp. 25-26.
2. Петергеря Ю.С., Жуйков В.Я., Терещенко Т.О. Інтелектуальні системи забезпечення енергозбереження житлових будинків. – К.: Медіа-ПРЕС. – 2008. – 256 с.
3. Жуйков В.Я., Ямненко Ю.С., Терещенко Т.А., Киселева А.Г. Контекстно-зависимое управление преобразователями электроэнергии в микрогрид локального объекта // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Силовая електроніка та енергоефективність». – 2012. – Ч. 2. – С. 95-100.
4. Kyselova A. Context data analysis for microgrid control system // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2013. – №58. – С. 46-50.
5. Киселева А.Г. Синтез логического вывода при управлении преобразователями электроэнергии в микрогрид // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Силовая електроніка та енергоефективність». – 2012. – Ч. 4. – С. 105-110.

УДК 621.314

МЕТОД ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕЮ З НАПІВПРОВІДНИКОВИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Жуйков В.Я., докт.техн.наук, **Кисельов Г.Д.**, канд.техн. наук, **Кисельова А.Г.**
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна.
e-mail: kiseleva_anna@ukr.net

У статті запропоновано метод керування мережею з напівпровідниковими перетворювачами електроенергії на основі об'єктно-когнітивного підходу і модифікованого трикутника передбачення, який дозволяє формувати раціональні сервіси керування перетворювачами, які враховують параметри контексту середовища мікрогрид. Бібл. 5, рис. 1.

Ключові слова: контекст, онтологічна база знань, прецедент.

METHOD OF DECISION SUPPORT OF NETWORK WITH SEMICONDUCTOR CONVERTERS OF ELECTRICITY

Zhuikov V.Ja., Kyselev G.D., Kyselova A.G.
National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”,
pr. Peremohy, 37, Kyiv, 03057, Ukraine.
e-mail: kiseleva_anna@ukr.net

Managing a network with power semiconductor converters based on object-cognitive approach is described in this article. Using modified triangle foresight approach allows to create rational rules of converters taking into account the context parameters microgrid environment. References 5, figure 1.

Key words: context, ontology, case-base reasoning.

1. Lasseter R. MicroGrids. – IEEE PES Winter Meeting, 2002. – Pp. 25–26.
2. Peterheria Ju.S., Zhuikov V.Ja., Tereshchenko T.O. Intelligent system of energy-saving of buildings Intelligent system of energy-saving of buildings:Tutorial. – Kyiv: Media-PRES. – 2008. – 256 p. (Ukr)
3. Zhuikov V.Ja., Yamnenko Ju.S., Tereshchenko T.A., Kyselova A.G. Context-aware control power converters of microgrid // Tekhnichna Elektrodynamika. Tematychnyi vypusk “Sylova Elektronika ta Enerhoefektyvnist”. – 2012. – Part 2. – Pp. 95–100. (Rus)
4. Kyselova A. Context data analysis for microgrid control system // Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu Ukrainy «KPI». Informatyka, Upravlinnia ta Obchysliuvana Tekhnika. – 2013. – №58. – Pp. 46–50. (Rus)
5. Kyselova A. Synthesis of inference in the management of power converters in mikrogrid // Tekhnichna Elektrodynamika. Tematychnyi vypusk “Sylova Elektronika ta Enerhoefektyvnist” – 2012. – №4. – Pp. 105–110. (Rus)

Надійшла 24.02.2014