

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА В РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Онищенко Р.А.

Омский государственный технический университет (644050, Омск, Пр. Мира, д. 11), e-mail:
www.roooma@mail.ru

Кузнецов Е. А.

Омский государственный технический университет (644050, Омск, Пр. Мира, д. 11), e-mail:
kuznetsov_e_a@mail.ru

В данной статье рассматривается актуальная проблема развития электросетевого комплекса Российской Федерации. Исследован один из способов управления энергосистемой основанный на применении мультиагентного подхода. Авторами дается общее представление о принципе работы мультиагентной системы (МАС) и проблемах, которые способно решить внедрение этой технологии. Представлены наиболее новые и важные достижения и разработки в области построения мультиагентных систем и области их практического применения. Актуальность данной работы определяется все большим интересом не только иностранных, но и отечественных специалистов в развитии концепции «интеллектуальных энергетических систем» (Smart Grid). Развитие этой концепции является необходимостью создать гибкую энергосистему, которая позволит с легкостью внедрять альтернативные источники энергии, тем самым привлекая все больше частных компаний и инвестиций в развитие электросетевого комплекса, что приведет к расширению рынка производства и сбыта электрической энергии в Российской Федерации. Построение интеллектуальных энергетических систем позволит повысить экономическую эффективность работы такой системы путем целесообразного использования ресурсов для выработки, передачи, распределения и потребления электрической энергии, а также поддерживать оптимальный режим функционирования системы.

Ключевые слова - энергосистема, мультиагентный подход, развитие электросетевого комплекса.

POSSIBILITY OF MULTIAGENT APPROACH APPLICATION IN REGULATION OF ELECTRICAL SYSTEM OPERATION

Onishchenko R.A.

Omsk State Technical University (644050, Omsk, Pr. Mira 11), e-mail:
www.roooma@mail.ru

Kuznetsov E. A.

Omsk State Technical University (644050, Omsk, Pr. Mira 11), e-mail:
kuznetsov_e_a@mail.ru

In this article the current problem of the development of the power grid complex of the Russian Federation is considered. One of the ways of power system management based on the multi-agent approach was investigated. The authors give a general idea of the principle of the multi-agent system (MAS) and the problems that can solve the introduction of this technology. The most new and important achievements and developments in the field of building multi-agent systems and the field of their practical application are presented. The relevance of this work is defined by the increasing interest not only foreign, but also domestic experts in development of the concept of "intellectual power systems" (Smart Grid). Development of this concept is need to create a flexible power supply system which will allow to introduce alternative energy sources with ease, thereby attracting more and more private companies and investments into development of an electronetwork complex that will lead to expansion of the market of production and sale of electric energy in the Russian Federation. Creation of intellectual power systems will allow to increase economic efficiency of work of such system by expedient use of resources for development, transfer, distribution and consumption of electric energy and also to support the optimum mode of functioning of system.

Keywords - power system, multi-agent approach, development of electrical networks.

I. ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день одной из главных проблем в развитии и управлении техногенными объектами является возможная нелинейность работы таких объектов. Вследствие динамически изменяющейся работы системы имеют место поломки, аварии и даже техногенные катастрофы, поэтому необходимо быстро реагировать на такие изменения и пытаться выровнять работу системы. Для того чтобы обеспечить безопасную работу техногенных объектов возникает потребность во внедрении новых технологий по управлению и развитию таких объектов.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одним из наиболее перспективных подходов по управлению сложными техногенными объектами является внедрение в систему интеллектуальных агентов [1]. Актуальность развития именно такого подхода по управлению работой систем обуславливается их сложностью, снижением эффективности централизованного управления системой из-за динамически изменяющихся режимов работы, неоднородностью и нелинейностью решаемых задач, необходимостью создания адаптирующейся и приспособляющейся к быстрым изменениям параметров работы системы.

В России создание мультиагентного подхода управления электрическими сетями предложена на законодательном уровне и представлена в Стратегии развития электросетевого комплекса [2]. Поэтому целью данного исследования является показать насколько значимой и передовой технологией в управлении электросетями может стать использование мультиагентной системы, принцип ее работы и возможные способы применения в электроэнергетике. Прежде чем понять, насколько существенную роль может играть данная технология, необходимо понять ее устройство.

III. ТЕОРИЯ

На рис. 1 представлены традиционные и мультиагентные подходы в управлении работой системы. Традиционная централизованная иерархическая система, подразумевает под собой систему, в которой каждый агент имеет узконаправленную функциональную способность и существует процесс централизованного управления этими агентами. В мультиагентном подходе отсутствует централизованное управление всеми агентами. Агенты самодостаточны, каждый из них имеет свою определенную роль и программное обеспечение, необходимое для сбора данных о состоянии объекта системы, которому принадлежат эти агенты. Они

способны обмениваться информацией между собой. В такой системе состоящей из множества агентов, нет определенного алгоритма действий, агенты сами, сотрудничая друг с другом, делают так, чтобы система работала наиболее оптимально, что позволяет использовать ее в динамически изменяющихся системах, где необходимо очень быстро принимать решения [3],[4].

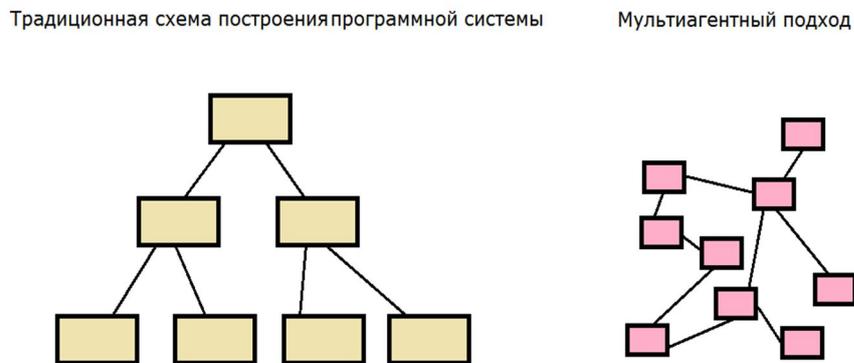


Рис. 1. Традиционная и мультиагентная схема построения работы системы

На рис. 2 представлена структура агента. Входом является специальное устройство, которое отвечает за сбор информации о состоянии среды, выходом является исполнительный орган, который воздействует на внешнюю среду. Решатель – процедура принятия решения, этот блок должен обладать способностью анализировать поступающие данные, хранить информацию о своем состоянии и состоянии среды и влиять на работу объекта, за который он отвечает [5].

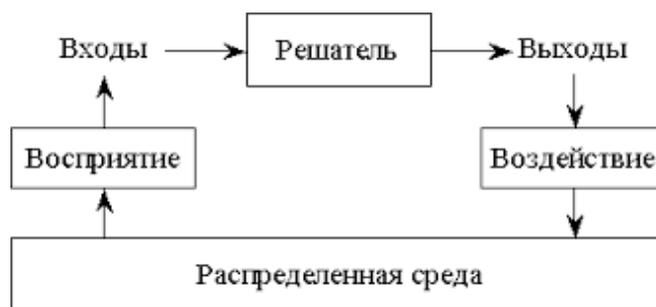


Рис. 2. Укрупненная структура агента

Одной из областей применения такого метода в скором времени может стать электроэнергетика. Ведь развитие и внедрение технологий по производству и управлению генерацией и распределением электроэнергии поможет решить ряд задач связанных с:

- качеством и стабильностью передаваемой электроэнергии.
- развитием возобновляемых источников энергии.
- проблемой целесообразного использования ресурсов необходимых для выработки электрической энергии.

- проблемой развития городов, промышленности, удаленных территорий.
- механизацией и автоматизацией всех процессов генерации и распределения электроэнергии.
- достижением наивысшей оптимизации в распределении и потреблении электроэнергии.
- сохранением целостности энергосистемы и ее развитием.

В энергетике под агентом может подразумеваться любой объект, входящий в энергосистему, будь то линия электропередач, трансформаторы, генераторы, потребитель. Внедрение такой технологии, в которой каждый объект будет иметь своего управляющего агента, позволит создать гибкую, наблюдаемую и управляемую в реальном времени децентрализованную самоорганизующуюся систему.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Одним из примеров использования такого подхода в электроэнергетике является оценка состояния энергетической системы [6]. Для того чтобы получить сбалансированную работу энергосистемы, необходимо учитывать все параметры объектов входящих в систему. Это очень сложная задача, при решении которой возникают различные проблемы, связанные с неоднородностью рассчитываемых схем, большим объемом обрабатываемой информации, требованием высокого быстродействия программных средств ведущих учет этих параметров. Если же использовать децентрализованную распределенную обработку информации об отдельном объекте системы это гораздо упростит решение данных проблем [7].

Также посторонние мультиагентной энергосистемы может быть использовано в качестве заблаговременного предотвращения аварийных ситуаций [8]. Конечно, для реализации принципов координированного противоаварийного управления можно использовать традиционный подход, заключающийся в создании централизованного двухуровневого комплекса противоаварийной автоматики для управления напряжением и реактивной мощностью с помощью координации действия локальных устройств управления центральным координирующим устройством, но такой подход имеет ряд недостатков, которые связаны со скоростью реализации управляющих воздействий. Но если построить систему децентрализованного адаптивного управления противоаварийными ситуациями, можно не просто воздействовать на каждый объект системы в случае аварии, но и предсказывать потенциальную аварийную ситуацию. Например, при работе генератора в режиме перегрузки агент будет не сразу выводить генератор из работы, а начнет анализировать данные о значении тока на статоре и роторе, затем он отправляет сообщения другим агентам генераторов и нагрузок, которые в состоянии снизить дефицит реактивной

мощности в поврежденной подсистеме. И если работа генератора стабилизируется, агент будет удовлетворен.

Одна из разработок по применению мультиагентного подхода представлена на рис. 3 [9]. Смысл построения МАС включает в себя нормальное функционирование и операции по выводу объекта из системы в случае аварии. Система состоит из четырёх основных блоков: блок управления, блок распределения энергетических ресурсов, блок – пользователь, блок базы данных.

- Блок управления хранит в себе основные данные по контролю качества напряжения и частоты тока. Он необходим для обнаружения неправильной работы системы, для дальнейшей передачи сигналов к выключателю, чтобы предотвратить аварию. К обязанностям данного блока также входит регулирование цены киловатт-часа энергии в зависимости от качества выработанной энергии.
- Блок распределённой среды ответственен за сбор информации из среды, за которую он отвечает и дальнейшую ее передачу.
- Блок – пользователь является неким инструментом, благодаря которому пользователь может получать информацию в реальном времени о состоянии объектов. Также он позволяет изменять нагрузки в системе, которые приоритетны пользователю.
- Блок базы данных хранит информацию о сообщениях, которыми делятся между собой блоки, служит некой точкой доступа к информации агентам других объектов.

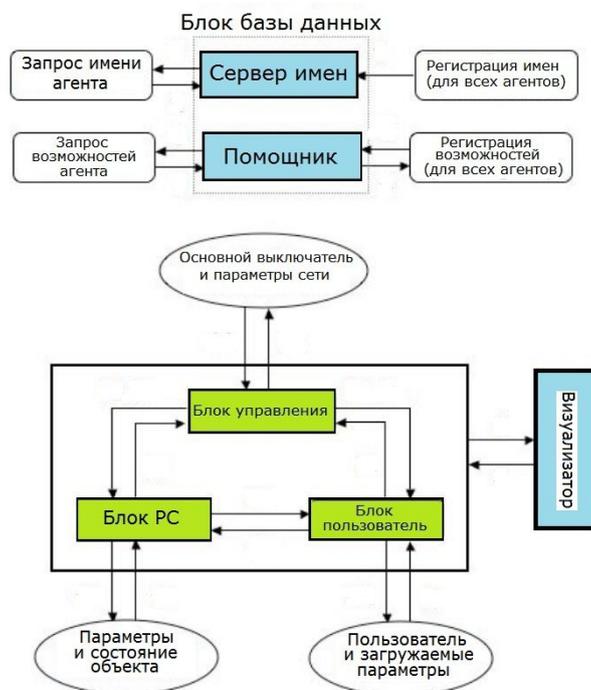


Рис. 3. Модель работы МАС на объекте системы

В блоке базы данных находится сервер имен, где регистрируются все агенты. Далее они уведомляют помощника о своих возможностях касательно применения в системе. Блок управления способен получать информацию о параметрах сети и отправлять ее в блок распределенной среды (РС). Блок РС в свою очередь собирает информацию о состоянии объекта и анализирует параметры работы сети и объекта. Он способен регулировать параметры объекта таким образом, чтобы сеть работала наиболее оптимально. В случае, какой либо аварии блок РС отправляет сообщение блок управления, который в свою очередь отправляет сигналы на основной выключатель и выводит объект из работы системы. Через блок пользователя есть возможность получать информацию о состоянии объекта непосредственно с блока РС, а также изменять и регулировать работу объекта, загружая необходимые пользователю параметры. Визуализатор позволяет получать информацию о сообщениях, которыми обмениваются между собой блоки.

На данных примерах видно, что агенты не просто воздействуют на объект за который они отвечают, но и обмениваются информацией между собой для того, чтобы поддерживать работу системы в балансе. Агенты не просто устраняют проблему, они находят наиболее выгодное рациональное решение возникших проблем для меньших потерь в работе системы.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении стоит отметить, что мультиагентное построение работы энергосистемы на сегодняшний день является наиболее перспективным в области развития электросетевого комплекса Российской Федерации. Мультиагентный подход в управлении энергосистемой будущего должен обеспечивать надёжное и безопасное функционирование этой энергосистемы и не должен становиться «слабым звеном» энергетики [10]. Для этого такая система должна обладать умением принимать и обрабатывать большой объем информации и очень быстро принимать решения. Высокая автоматизация и интеллектуальное принятие решений позволит значительно снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бушуев В. В., Каменев А. М., Кобец Б. Б. Энергетика как инфраструктурная «система систем» //Энергетическая политика. – 2012. – №. 5. – С. 3-15.
- [2]. Распоряжение П. Р. Ф. от 03.04. 2013 № 511-р «Об утверждении Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации» //Собрание законодательства РФ. – 2013. – №. 14.

- [3]. Городецкий В. И. и др. Современное состояние и перспективы индустриальных применений многоагентных систем //Управление большими системами. – 2017. – Т. 66. – С. 94-157.
- [4].Городецкий В. И. и др. Промышленные применения многоагентных систем: прогнозы и реалии //Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – 2016. – С. 137-162.
- [5]. Бугакова Т. Ю., Шарапов А. А. Разработка прототипа мультиагентной системы контроля состояния техногенных объектов //Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2017. – Т. 22. – №. 1.
- [6]. McArthur S. D. J. et al. Multi-agent systems for power engineering applications—Part I: Concepts, approaches, and technical challenges //IEEE Transactions on Power systems. – 2007. – Т. 22. – №. 4. – С. 1743-1752.
- [7].Воропай Н. И., Колосок И. Н., Панасецкий Д. А. 7.3. Мультиагентные технологии в исследованиях электроэнергетических систем и управлении ими.
- [8]. Hernández L. et al. A multi-agent system architecture for smart grid management and forecasting of energy demand in virtual power plants //IEEE Communications Magazine. – 2013. – Т. 51. – №. 1. – С. 106-113.
- [9]. Pipattanasomporn M., Feroze H., Rahman S. Multi-agent systems in a distributed smart grid: Design and implementation //Power Systems Conference and Exposition, 2009. PSCE'09.IEEE/PES. – IEEE, 2009. – С. 1-8.
- [10]. Массель Л. В., Гальперов В. И. Разработка многоагентной системы оценивания состояний электроэнергетических систем с использованием событийных моделей //Наука и образование: научное издание МГТУ им. НЭ Баумана. – 2015. – №. 9.