

## ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

© 2022 Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский

*Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

*Работа посвящена анализу возможностей развития современных энергетических предприятий. В статье обсуждаются некоторые особенности управления энергетическими предприятиями на базе мультиагентных моделей и технологий. Приведены ключевые характеристики, которые должны подвергаться анализу. Продемонстрированы особенности задач, связанных с управлением ресурсами.*

*Ключевые слова: энергетическое предприятие, система, метод.*

Новые задачи, связанные с ростом эффективности производственной деятельности энергетических предприятий, в настоящее время возникают при развитии современных производств, их усложнении и межатраслевой интегрированности.

Можно наблюдать развитие концепции Умного интернета вещей (Smart Internet of Things, Smart IoT) на базе применения баз знаний, мультиагентных технологий и других современных интеллектуальных информационных технологий. В умном интернете вещей предполагается формирование в виртуальном мире в «облаке» (на Интернет сервере) интеллектуальных агентов объектов реального мира, которые могут воспринимать информацию из реального мира, принимать решения и согласовывать эти решения с другими объектами или пользователями в реальном времени.

Особенности современных энергетических предприятий следующие: растет разнообразие заказов предприятий, осуществляется модернизация производства, внедряются инновационные технологии производства.

Чтобы соответствующие требования были удовлетворены, необходимо оперативным, гибким и эффективным способом осуществлять управление ресурсами в режимах реального времени. Это делается для того,

чтобы при опережении провести исключение простоев или дефицита по ресурсам.

Тогда энергетические системы рассматриваются как распределенные. Внутри них происходит сокращение времени от принятия решений до доставки электроэнергии к потребителям. Требуются новые подходы к системам управления вследствие того, что появляются различные информационные потоки [1, 2], новые показатели, которые характеризуют производственную деятельность, десятки тысяч переменных внутри систем.

Формируемые системы должны работать в реальных режимах времени вследствие того, что быстрым образом происходит изменение условий, в которых ведется производственная деятельность, происходят колебания цен по ресурсам, учитываются изменения в элементах оборудования [3].

Классические методы оптимизации и планирования применяются в сфере моделирования и оптимизации планирования производственных процессов [4]. Кроме того, применяются специальные эвристики, нейросетевые, генетические подходы.

Вследствие того, что развиваются новые методы, это ведет к тому, что требуется преодоление различных трудностей в централизованном планировании. Они связаны с учетом большого числа факторов, проблемами обеспечения достоверной информацией относительно текущих ситуаций, потерями адекватности расписаний по мере того, как проходит время и др.

Для современных распределительных энергетических систем характерна большая

---

Клименко Юрий Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: [klm71165@mail.ru](mailto:klm71165@mail.ru).

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, e-mail: [app@vivt.ru](mailto:app@vivt.ru).

сложность. В них могут существовать десятки и сотни пространственным образом распределенных подсистем [5].

Множество внутренних факторов может на них оказывать влияние в каждый момент. Быстрая потеря пригодности начальных расписаний может происходить вследствие того, что меняются потоки в заказах, цены по ресурсам, цепочки поставок.

В этой связи задачу многокритериального распределения мы можем рассматривать в решении задачи управления ресурсами. В ней будет осуществляться контроль, оптимизация и планирование по ресурсам [6, 7].

Задачи рассматриваются как динамические и ситуационные. Это связано с тем, что происходит изменение во времени потока заказов.

Поэтому внутри системы необходимо формирование плана, который будет учитывать возможности изменения параметров в задачах и ресурсах.

То есть, будет своевременная, быстрая и гибкая реакция относительно событий.

Особенности задач, связанные с управлением ресурсами, следующие: заказы и ресурсы на практике никогда не известны заранее, комбинаторный поиск вариантов является NP-трудной задачей и может потребовать много часов, взаимосвязанность решений может вызвать длинные волновые эффекты перестройки расписаний.

Возможные трудности, с которыми можно встретиться на практике: заказы поступают в непредсказуемое время приходится резервировать ресурсы и делать страховые запасы, процессы принятия решений носят индивидуальный характер для каждого участника, в каждой ситуации ищется свой баланс интересов для участников.

Основная особенность мультиагентной обработки информации и управления состоит в том, что вначале идет декомпозиция (фрагментация) сложной задачи на совокупность локальных задач. Их решение будет распределяться (распараллеливаться) среди агентов. После этого результаты решения таких локальных задач будут агрегироваться (интегрироваться) и реализовываться на основе телекоммуникационных ресурсов.

Большой теоретический и практический интерес могут представлять две стратегии

мультиагентной обработки и передачи информации:

- с координатором (если один из агентов будет отвечать за координацию поведения всех других агентов);

- без координатора (если все агенты являются равноправными и не подчиняются ведущему агенту-координатору).

В ходе мультиагентного управления потоками данных в ТКС появляется необходимость в том, чтобы разрабатывать методы автоматического предотвращения или разрешения сетевых конфликтов.

Они могут появляться среди агентов системы. Важное значение имеют мультиагентные модели и алгоритмы обработки информации (репликация кода, фрагментация данных, адаптивная маршрутизация и т. п.).

В ходе проектирования систем управления потоками данных большую роль играет надёжность применяемого оборудования. Надёжность глобальной системы тем ниже, чем больше узловых компьютеров входит в состав системы.

Это можно объяснить тем, что с ростом числа узлов системы растёт вероятность выхода из строя одного или нескольких компьютеров.

В этой связи появляется необходимость в адаптивном управлении и мультиагентной обработке информации в системе, которые гарантируют решение задач при непредсказуемом изменении трафика, сбое или отказе одного или нескольких узловых компьютеров в системе.

Выводы. Таким образом, использование мультиагентных технологий предоставляет возможности для более гибкого управления распределительными энергетическими системами. Необходимо рассматривать задачу управления энергетическими ресурсами с точки зрения многокритериального подхода.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Преображенский Ю. П. Некоторые проблемы автоматизации процессов / Ю. П. Преображенский // Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. – 2019. – С. 62-64.

2. Абидова Е. А. Паспортизация перемещаемых операций для контроля состояния

оборудования атомной электростанции / Е. А. Абидова, А. А. Лапкис, В. Д. Ожерельев, А. В. Чернов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 1 (32). – С. 26-27.

3. Киселёва О. А. Локально-оптимальное управление в электромеханической системе с бесконтактным двигателем постоянного тока // О. А. Киселёва, С. А. Винокуров, Д. Д. Киселёва // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 1 (32). – С. 25-26.

4. Тороев А. С. Алгоритм достижения консенсуса для распределённых систем обработки данных на основе технологии распределённых реестров / А. С. Тороев, А. Б. Сизоненко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 1 (32). – С. 23-24.

5. Болгова М. А. Оптимизационное моделирование процессов классификационной трансформации в сетевой организационной системе / М. А. Болгова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 1 (32). – С. 8-9.

6. Вайнштейн В. И. Дисперсия стоимости восстановлений и оптимизационные задачи в процессах восстановления технических и информационных систем / В. И. Вайнштейн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 24-25.

7. Преображенский Ю. П. Проблемы компьютерного моделирования физических процессов / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 9-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 276-279.

## **THE APPLICATION OF MULTI-AGENT MODELS AND TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF ENERGY ENTERPRISES**

© 2022 *Yu. A. Klimenko, A. P. Preobrazhenskiy*

*Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

*The paper is devoted to the analysis of the possibilities of development of modern energy enterprises. The article discusses some features of the management of energy enterprises based on multi-agent models and technologies. The key characteristics that should be analyzed are given. The features of tasks related to resource management are demonstrated.*

*Keywords: energy enterprise, system, method.*