

«М.А.Гендельманның 110жылдығына арналған«Сейфуллин окулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110- летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т.І, Ч. V.- С. 124-127.

УДК 621.316

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОАГРЕГАТОМ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Манапова Н.М., докторант 3 курса

Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева, г. Петропавловск

Целью данного исследования является разработка интеллектуальной системы (ИС) управления для крупномасштабной промышленной системы, а именно турбоагрегата электростанции, на основе новой структуры. Чтобы справиться с трудностями в управлении крупномасштабной системой с большой сетью датчиков и исполнительных механизмов, концепция многоагентной системы (MAS) используется в качестве основного метода решения.

Фундаментальный принцип MAS заключается в улучшении взаимодействия между агентами, которые являются автономными, надежными и гибкими программами мониторинга и управления. MAS хорошо подходит для распределенного управления электростанциями, поскольку совместные и обсуждаемые решения являются средствами для распределенной автономии, надежного управления и гибкой автоконфигурации. MAS может управлять работой турбины в частности и электростанции в целом самостоятельно, в то время как в традиционной распределенной системе управления необходимо вмешательство оператора.

Для обеспечения бесперебойной работы турбоагрегата крупномасштабной электростанции системы мониторинга и управления распределены и автоматизированы для каждой подсистемы электростанции. Взаимодействие должно осуществляться на современной архитектуре с одним агентом и многоагентной системой для обеспечения совместной и согласованной работы в непредсказуемой и динамичной среде. На основе архитектур одноагентных и многоагентных систем могут быть разработаны интеллектуальные системы мониторинга и управления, которые обеспечат не только стабильную и маневренную работу агрегата, но также более автономную, эффективную и оптимальную работу на электростанции.

Хотя с MAS представлены различные приложения, предлагаемые архитектуры одноагентной и многоагентной системы уникальны для применения модульных систем. Агент может не только выполнять задачу с помощью проактивного свойства, но также сгруппированные агенты могут решать проблемы вместе, так что интеллектуальные функции становятся более мощными. Организации агентов в других приложениях обычно

фиксированы, но предлагаемая система динамической организации позволяет перенастроить организацию агентов для оптимальной работы электростанции.

Системы управления будут состоять из интеллектуального эталонного регулятора для генерации оптимальных установок, интеллектуальной системы идентификации для сохранения стабильности, интеллектуальных «эвристических» систем оптимального управления для оптимальных управляющих воздействий и адаптивной настройки усиления. Системы мониторинга будут включать интеллектуальную диагностику неисправностей и мониторинг производительности в режиме онлайн. Наконец, конфигурация интеллектуального управления на основе многоагентной системы (MAS-IC) будет адаптирована для разработки динамической системы организации для повышения производительности. Инженеры по защите используют данные с различных устройств мониторинга для выполнения диагностики нарушений после неисправности. В прошлом были разработаны гетерогенные интеллектуальные системы для интерпретации данных и предоставления информации инженерам для оказания помощи. задача диагностики нарушений[1].

Поскольку электроэнергетические компании сталкиваются с быстро развивающимся регулированием и конкурентным рынком электроэнергии, многие коммунальные предприятия сокращают штат своих сотрудников, чтобы оставаться конкурентоспособными. В этих условиях эксплуатационные требования к безопасности, надежности и эффективности энергосистемы становятся все выше и выше. Это ставит перед исследовательским сообществом сложную задачу по разработке новых технологий, которые принесут пользу коммунальной отрасли.

Крупномасштабная электростанция описывается как сложные динамические системы со значительными неопределенностями, которые привели к революции по сравнению с обычными методами управления [2]. Однако для практических ситуаций следует рассмотреть новую методологию с реалистичной реализацией. По мере развития технологий в компьютерной инженерии управление электростанцией может использовать расширенные вычислительные возможности и новейшие алгоритмы для улучшения работы. Усовершенствованные методы управления, сетей и интеллектуальных систем могут позволить разработать стратегии, которые позволят энергетическим системам работать с более высоким уровнем гибкости, эффективности и мощности.

Текущая общая генерирующая мощность в Казахстане составляет 20 000 МВт, и она продолжает расти. Внедряемые новые электростанции становятся все крупнее и сложнее для управления многими распределенными подсистемами. Требуется, чтобы крупномасштабная электростанция имела новую систему управления для эффективной, разумной и оптимальной работы.

Существует несколько стратегий управления для электростанции,

особенно в системе котел-турбина: управление котлом, управление турбиной и скоординированные стратегии управления котлом и турбиной [3].

В режиме слежения за котлом котел ожидает работы турбины, чтобы обеспечить требуемую выработку. Преимущество этого подхода - быстрая реакция на изменения нагрузки, но этот подход показывает менее стабильное регулирование давления дроссельной заслонки, поскольку котлу требуется некоторое время для согласования с турбиной (инерция).

В режиме слежения за турбиной турбина следует за действиями котла, чтобы обеспечить требуемую выработку. Преимущество этого подхода заключается в его очень стабильной реакции на изменения нагрузки с минимальными колебаниями давления пара и температуры, но этот подход не использует способность аккумуляции энергии котла, что приводит к довольно медленной реакции.

В режиме координированного управления (Coordinated Control CC) мощность и давление одновременно подаются на регуляторы котла и турбины. Стратегия CC предназначена для синтеза преимуществ двух различных стратегий при минимизации их недостатков. Они пытаются уловить стабильную характеристику режима слежения за турбиной и характеристику быстрого отклика режима слежения за котлом. Для достижения быстрого отклика турбогенератор может потреблять энергию, запасенную в котле. Для достижения стабильности система управления котлом регулирует скорость сжигания топлива в соответствии с требуемой нагрузкой, не позволяя турбине превышать энергию, обеспечиваемую котлом.

Чтобы система управления имела более стабильную и быструю реакцию на изменения нагрузки, в этой работе используется схема CC, которая требует эталонов (или заданных значений) для контуров управления котлом и турбиной.

В режиме CC используется фиксированная нелинейная функция для получения заданных значений (требований) для управления котлом и турбиной. Однако фиксированное нелинейное отображение не позволяет оптимизировать процесс в рабочих условиях, отличных от исходных. Поэтому требуется эталонный регулятор, который может генерировать эталонные значения для CC, рассматриваемого в балансе работы электростанции. Чтобы реализовать эталонный регулятор, должны быть выполнены следующие требования:

- Агрегат должен удовлетворять потребность в нагрузке, которая управляется из центрального диспетчерского центра.
- Должны быть выполнены строгие требования по консервации и продлению срока службы основного оборудования электростанций.
- Чтобы быть конкурентоспособным на рынке электроэнергии, он должен иметь высокую степень эффективности. Кроме того, на электростанции необходимо учитывать экологические характеристики.

Для достижения этих требований имеются различные математические подходы для многокритериальной оптимизации электростанций, такие как

минимизация ошибок отслеживания нагрузки, максимизация срока службы, минимизация расхода топлива и потерь тепла, минимизация выбросов загрязняющих веществ и т. д.

Есть несколько примеров многокритериальной оптимизации на малом энергоблоке. Гардуно-Рамирес и Ли(2000) представили нелинейное целевое программирование (Nonlinear Goal Programming NGP) для многокритериальной оптимизации, чтобы получить оптимальное соответствие между потребляемой нагрузкой агрегата и установкой давления. Как правило, метод NGP минимизирует показатель отклонений от целевых показателей вместо того, чтобы напрямую минимизировать целевые функции, Чанг и др. (2003) представили генетический алгоритм (Genetic Algorithm GA) для многокритериальной оптимизации с использованием общей функции полезности, которая составляет единую целевую функцию через взвешенную сумму всех целей.

Однако оба подхода неприменимы для оперативной оптимизации электростанции из-за сложности вычислений и медленной сходимости. Когда потребность агрегата в нагрузке постоянно изменяется, оптимизация должна выполняться очень быстро, если агрегат должен находиться в режиме следования за нагрузкой. Более того, по мере увеличения количества целей на электростанции метод оптимизации требует предоставления высококачественного решения, быстрой сходимости и простой реализации.

Сообщество эволюционных вычислений (Evolutionary Computation EC) уже много лет проявляет значительный интерес к оптимизации. В последнее время растет интерес к оптимизации роя частиц (Particle Swarm Optimization PSO), как разновидности EC, для поиска глобального оптимального значения на основе случайного поиска в широком диапазоне инженерных задач. PSO был разработан для задач нелинейной непрерывной оптимизации на основе опыта, полученного при изучении искусственной жизни и психологических исследованиях. Кеннеди и Эберхарт (1995) разработали PSO на основе аналогии со стаей птиц и косяком рыб. Одним из основных направлений исследований является изучение того, как естественные существа ведут себя как рой, и реконфигурация модели роя с помощью вычислений. В соответствии со многими ссылками, методы PSO могут обеспечить высококачественные решения с простой реализацией и быстрой конвергенцией.

Существует еще один тип вариации EC - алгоритм дифференциальной эволюции (Differential Evolution DE). DE вырос из попыток Кена Прайса решить проблему аппроксимации полинома Чебышева, которую ему поставил Стом. Основная идея заключается в использовании векторных разностей для возмущения векторной популяции. Таким образом, методы PSO и DE могут быть рекомендованы для решения задач динамической многокритериальной оптимизации и оперативной реализации при эксплуатации электростанции.

Для обеспечения распределенной автономии в управлении крупномасштабной электростанцией может быть также использована

концепция MAS. Хотя существует много ссылок на MAS, концепция MAS не включает, как проектировать системы управления и мониторинга. Одним из основных достоинств данных исследований является применение методологии разработки MAS для источника питания. Во-вторых, интеллектуальный эталонный регулятор будет способствовать оптимальной работе электростанции, генерируя оптимальные установки и входные сигналы прямого управления для контуров управления на электростанции. Традиционные аналитические методы проектирования эталонного регулятора для таких сложных систем трудноразрешимы, но интеллектуальные методы, реализованные в этом новом эталонном регуляторе, делают его конструкцию пригодной даже для чрезвычайно сложных систем. Затем, с помощью новой системы управления, старую систему управления можно модернизировать для улучшения в реальных условиях. Предлагаемые эвристические методы оптимизации, основанные на традиционной системе управления, позволят проводить оптимизацию в реальном времени на электростанциях. Наконец, интеллектуальная диагностика неисправностей - это новый тип системы мониторинга, использующий модели на основе нейронных сетей в качестве номинальной модели несуществующих неисправностей для сравнения с реальной работой предприятия.

Список литературы

- 1 [A multiagent architecture for protection engineering diagnostic assistance-Web of Science Core Collection](#)
- 2 Miranda, V. and N. Fonseca. EPSO-evolutionary particle swarm optimization, a new algorithm with applications in power systems. [Text]/ Proceeding IEEE Transmission and Distribution Conference and Exhibition.-2020. Vol. 2.-P. 6-10.
- 3 Stom, R.and K. Price. Differential evolutionary-a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces[Text]/ ICSI Technical Report TR-95-012, Available. 1996. <http://http.icsi.berkelev.edu/cgi-bin/pubs/index.nl>.