

ведения системы могут повлиять на переключение системы управления с адаптированной с классическим законом управления на адаптированную с нечетким контроллером.

Входные данные характеризуют различие между реальным и желаемым состоянием объекта управления технологическими процессами, данные подвергаются фаззификации и выполняют роль формирователя роли управления на уровне исполнения. Происходит адаптация нечеткого вывода и дефаззификация. База правил формирователя нечеткой продукции, изменяет нечеткий вывод. Теоретической объект управления во множестве фаззификации и дефаззификации формирует корректор базы правил (рисунок 3).

От точности и правильности настройки регулятора зависит качество работы технологической системы, которое в наибольшей степени определяет экономический эффект. IoT совместно с SoC регулятора, способен перестроить экономические процессы и процессы управления технологическим процессом для увеличения прибыли и снижения затрат ресурсов при производстве конечного продукта.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузьмицкий И.Ф. Теория автоматического управления [Текст]: учебник/И.Ф. Кузьмицкий, Г.Т. Кулаков; Белорусский государственный технологический университет. - Минск: [БГТУ], 2010. - 573 с.

2. Cyclone V FPGAs & SoCs [Электронный ресурс]//Altera Corporation: [сайт]. Режим доступа: <https://www.altera.com/products/fpga/cyclone-series/cyclone-v/support.html> (дата обращения: 07.10.2016).

3. Школа Анализа Данных (Яндекс): Машинное обучение: Информация [Электронный ресурс]// НОУ «ИНТУИТ»: [сайт]. Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13844/1241/info> (дата обращения: 07.10.2016).

УДК 621.396

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Здор Г.Н., Садоменко С.Л., Лившиц Ю.Е.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В последнем двадцатилетии в мире отмечается быстрое развитие нейроинформационных технологий. Актуальность данного направления подтверждается большим количеством различных применений: автоматизация процессов распознавания образов, адаптивное управление, аппроксимация функционалов, прогнозирование, создание экспертных систем и многие другие [1].

Высокая эффективность нейроинформационных технологий при решении задач адаптивного управления динамическими объектами может сделать их незаменимым при создании систем автоматического управления. Уже сейчас достаточно очевидно, что объединение нейронных сетей с другими технологиями будет способствовать существенному прорыву в решении многих актуальных проблем [2].

В современном водопроводно-канализационном хозяйстве существует масса проблем, связанных как с изношенностью основных фондов, так и с нерациональной схемой использования ресурсов. Наиболее ярко проблемы проявляются на крупных насосных станциях. Использование нейроиформационных технологий для оптимизации современного водопроводно-канализационного хозяйства является новым этапом в развитии отрасли.

В Республике Беларусь реализовано большое количество автоматизированных систем на базе оборудования Mitsubishi Electric, потребляющих значительные объемы электроэнергии. Например, системы управления группой насосов, системы управления и защиты канализационных насосов, системы управления повысительных насосов. Поэтому разработка программной платформы для оптимизации энергопотребления в таких системах является актуальной.

Задача повышения энергоэффективности оборудования и оптимизация режимов его работы - важный этап в развитии любой системы автоматического управления. Главной особенностью решения данной задачи являются качество и характеристики используемого оборудования. Предъявляется определенное требование по возможности интеграции различных программных платформ с контроллерным оборудованием для доступа к информации в системе по различным интерфейсам и каналам связи. Благодаря наличию такого программного компонента как MxComponent, автоматизированные системы на базе оборудования Mitsubishi Electric идеальный пример систем, удовлетворяющих необходимые требования для их оптимизации с помощью специальных программных решений с использованием элементов искусственного интеллекта. Имея возможность считывания блоков регистров, можно получить временные срезы данных для их последующего анализа.

Реализованная программная платформа позволяет собирать в базе данных параметры системы, предоставляет аналитический инструмент для их первичного анализа исследователем, а также позволяет реализовать и интегрировать новые алгоритмы управления на базе элементов искусственного интеллекта.

Задача программной платформы - предоставить исследователю удобный инструмент для анализа технологического процесса, не останавливая процесс и не вмешиваясь в логику его работы.

В ситуации, когда автоматизированная система управления не имеет централизованной базы данных, либо доступ к ней невозможен, вариант исследования и оптимизации становится достаточно сложной задачей, так как для полного анализа необходимы данные за большие промежутки времени. Еще более сложной задачей является обработка данных и предоставление их в удобном для анализа виде. В конечном итоге, необходимо разработать новый алгоритм и протестировать его, не вмешиваясь в логику работы существующей системы. Эти проблемы решаются с помощью разрабатываемой платформы.

Система оптимизации реализована на платформе .Net с помощью языка программирования C# по технологии WinForm. Выбор технологии обусловлен опытом разработки программ и наличием стека компонентов для решения всех поставленных задач [3].

В связи с использованием .NET Framework была выбрана система управления реляционными базами данных MS SQL Server, так как она нативно поддерживается программами, реализованными на .NET Framework.

Система работает с оборудованием Mitsubishi Electric при помощи программного компонента MxComponent. Компоненты MX представляют простой, но мощный инструмент, позволяющий без больших затрат соединить контроллер Mitsubishi с программой, написанной под .NET [4].

Для начала необходимо настроить связь с контроллером при помощи специальной утилиты. Возможны следующие виды соединений: последовательное (порт ЦП), последовательное через Computer Link (RS232C, RS422), Ethernet и CC-Link. Кроме того, поддерживаются все сети MELSEC. Для модульного контроллера MELSEC System Q поддерживается также порт USB [4].

Система предусматривает индивидуальный доступ по запараметрированным ранее путям коммуникации ко всем операндам контроллера (считывание/запись). Можно также самостоятельно создать путь коммуникации с помощью элементов ActiveX [4].

Общеизвестно, что насосные станции являются «сердцем» любой системы водоснабжения и водоотведения и одновременно основным потребителем электроэнергии в таких системах. На данный момент большинство водопроводных и канализационных станций водоканала работает с недопустимо низким КПД насосных агрегатов и перегрузкой электродвигателей, что постоянно приводит к перерасходам электроэнергии и к повышенному износу насосного и электротехнического оборудования.

В качестве объекта исследования и оптимизации, на котором произведена апробация системы, выступила повысительная насосная станция, система управления которой выполнена на базе оборудования Mitsubishi Electric (см. рисунок 1).

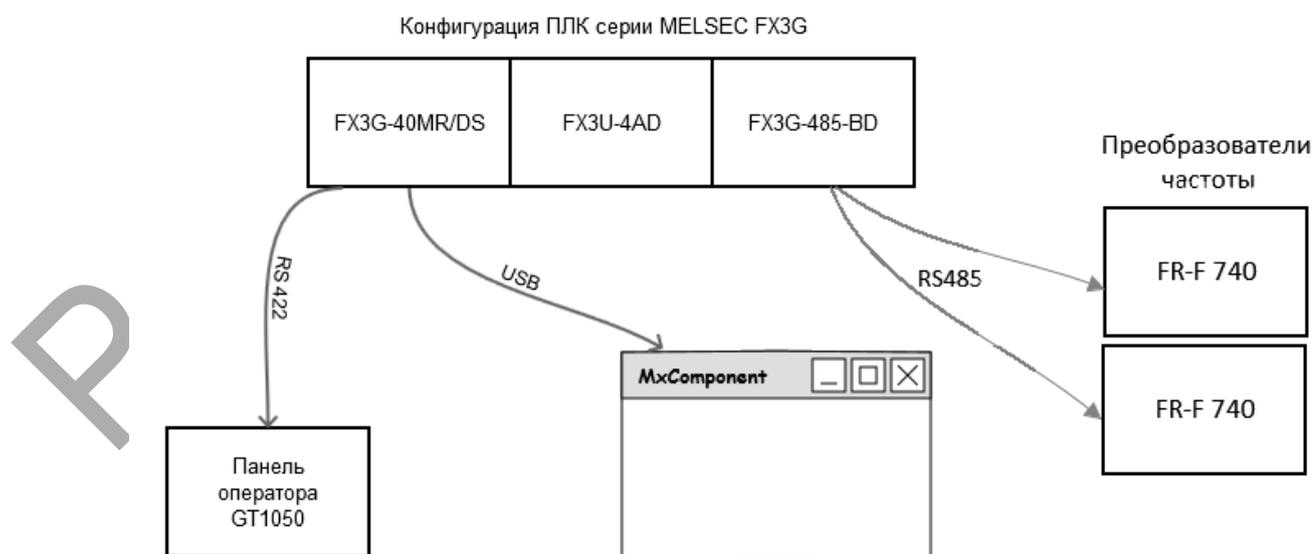


Рисунок 1 - Структурная схема системы оптимизации энергопотребления

Задача состояла в том, чтобы проанализировать повысительную насосную станцию, определить режимы ее текущей работы и снизить энергопотребление.

По результатам анализа целесообразно разработать алгоритм оптимального управления станцией на основе большого количества архивных данных с использованием элементов искусственного интеллекта и произвести оценку результатов.

В результате внедрения программной платформы для оптимизации энергопотребления на повысительных насосных станциях, состоящих из шкафов управления на базе оборудования Mitsubishi Electric, разработаны нечеткие-нейронные алгоритмы, оптимизирующие режимы работы насосного оборудования и станций в целом, что привело к повышению энергоэффективности на 10%.

Реализованная платформа это, в первую очередь, программный интерфейс для анализа объектов и реализации сложных алгоритмов управления. Визуальный интерфейс может представлять собой различные вариации в зависимости от специфики исследуемого объекта. Применение модульной архитектуры позволяет вводить дополнение в функционал платформы в короткие сроки. Планируется добавление ОРС интерфейса для возможности работы с различными ОРС совместимыми приборами Mitsubishi Electric. Также разрабатывается провайдер для внедрения других баз данных.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Пер. с англ. Ю.А.Зуева, В.А.Точенова — М.: Мир, 1992.
2. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети. (Введение в теорию формальных нейронов) — М.: Энергия, 1971.
3. Э. Троелсен. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4/ -М.: Издательство «Вильямс», 2010. -1392 с.
4. Интернет: <http://www.mitsubishielectric.ru>, <http://www.mitsubishielectric.com>, <https://www.wikipedia.org>, <http://netkom.by/docs/N31-Nechetkaya-logika.pdf>.

УДК 004.94 - 621.317.373

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАТЧИКА РАЗНОСТИ ФАЗ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Вабищевич Л.И., Ярошевич А.В.

Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

В системах автоматической компенсации реактивной мощности сигналом рассогласования для управления коммутацией компенсаторной батареи конденсаторов является угол сдвига фаз напряжения и тока в сети энергопотребления. Датчиком рассогласования служит фазовый детектор.

Применение компенсаторов в сетях бытовых нагрузок [1] предъявляет требования минимальных габаритов, простоты и надёжности элементов системы, в том числе датчиков.