

К. Ю. Бровко

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ В НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ МОДУЛЕЙ

Для повышения надёжности функционирования информационно-управляющих систем программно-технического комплекса автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетических объектов предложено усовершенствовать программно-аппаратные и технические средства микропроцессорных систем в виде внедрения модуля обнаружения аварийных признаков в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования. Рассмотрены режимы функционирования микропроцессорных систем: считывания, записи, вывода, обмена данными, выбора команд – в условиях отклонения величин характеристик технологических параметров технологического процесса на энергоблоках тепловых и атомных электростанций в режиме реального времени.

Ключевые слова: информационно-управляющие системы, программно-технический комплекс, автоматизированные системы управления технологическими процессами, электроэнергетические объекты.

Введение

В "Стратегической программе развития и совершенствования энергетики Украины до 2030 г.", утвержденной Кабинетом Министров Украины, предусмотрен целый ряд мероприятий по совершенствованию автоматизированных систем управления (АСУ) различными энергообъектами.

Одним из основных направлений развития программно-технических комплексов автоматизированных систем управления энергоблоками (ПТК АСУ ТП) ТЭС и АЭС Украины является автоматизация процессов оперативного контроля и своевременного выявления аварийных признаков в нештатных аварийных режимах функционирования электроэнергетического оборудования, основная причина возникновения которых – отклонения от нормы параметров технологического процесса. Однако, как показывает анализ большинства неисправностей и аварий на ТЭС и АЭС Украины, из-за отсутствия контроля по проверке на достоверность информации возникают ложные срабатывания и отказы технологического оборудования, что в целом влияет на снижение надежности их функционирования [1 – 4].

Как известно, повышение надежности достигают, прежде всего, за счет систематического и качественного оперативного контроля за состоянием электрооборудования, что позволяет значительно уменьшить возможность его выхода из строя или повреждения при аварийных состояниях, а также уменьшить вероятность ошибочных действий персонала, особенно при нестационарных режимах и аварийных ситуациях. Надежной работе оборудования способствует и улучшение стабильности протекания технологических процессов [5 – 7].

Обеспечение высокого уровня готовности аппаратуры АСУ ТП выполнять свои функции (вероятность отказа заявки на выполнение функции защиты – 10^{-7}) является обязательным.

На уровне компонентов: блоков, устройств – надежности достигают благодаря высокому качеству комплектующих и технологии их изготовления. На системном уровне резервирование является основным приемом обеспечения необходимой надежности. Общепринято использование голосования (мажоритарный принцип) "2 из 4", "2 из 3", "2 из 2" и т.д., причем для этих структур в ответственных случаях применяется требование

недопустимости отказа по общей причине (отказ питания, пожар и т. д.). В этих случаях осуществляют системное резервирование на уровне комплексов. Однако важной особенностью сложных систем является несимметричность отказов, а голосующие структуры нечувствительны к отказам различных типов, поэтому более перспективным является применение полностью контролируемых структур с функцией выбора значения с учетом достоверности (результат контроля). В таких структурах полезно использовать результаты, полученные в электронике, применяя в архитектуре микропроцессорных систем (МПС).

Функциональные возможности распределенных систем АСУ ТП АЭС

Наблюдаем тенденцию к значительному расширению функциональных возможностей распределенных систем АСУ ТП АЭС за счет внедрения микропроцессорных средств с различными режимами функционирования.

Применение микропроцессорных программируемых средств в системах аварийной защиты обеспечения реактора АЭС

До недавнего времени высокие требования по безопасности АЭС ограничивали применение микропроцессорных свободно программируемых средств в системах аварийной защиты и обеспечения безопасности АЭС и оговаривали применение средств с жесткой логикой. Для преодоления этого барьера понадобились большие усилия по выработке новых принципов конструирования аппаратуры аварийной защиты (АЗ), систем предупредительной защиты (СПЗ) и управляющих систем безопасности (УСБ) на базе программируемых микропроцессорных средств (программируемых контроллеров (ПК)), разработке методов контроля качества программного обеспечения и анализа надежности.

В настоящее время уже накоплен достаточный опыт, который показывает, что реализация АЗ, СПЗ, УСБ на базе микропроцессорных программируемых средств при высоких требованиях к надежности возможна и даже нужна, так как обеспечивает более высокие технико-экономические показатели по сравнению с традиционными средствами с жесткой логикой, среди которых отметим простоту реализации алгоритмов, самотестирования, реализацию более сложных алгоритмов работы аварийной защиты, компактность конструкций, легкость замены логики, использование мультикомплексных линий связи.

Большой опыт использования микропроцессорной программируемой цифровой техники в системах АЗ, СПЗ, УСБ накоплен во Франции, Канаде, Германии и Японии.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод, что преимущество микропроцессорных программируемых систем АЗ перед традиционными системами с жесткой логикой очевидно и в настоящее время не вызывают сомнений. Однако их широкое внедрение пока сдерживается сложностями проверки надежности программного обеспечения и неподготовленностью органов Государственного надзора Украины к лицензированию таких систем. Но опыт таких стран, как Франция, Канада, США, Япония, Великобритания, показывает, что эти проблемы можно решить положительно.

В связи с этим необходимо отметить, что, несмотря на наличие современных средств измерительной техники, вычислительной техники и информационных технологий, до настоящего времени не получили должного развития программно-аппаратные средства ПТК АСУ ТП энергоблоков ТЭС и АЭС Украины, позволяющие диагностировать информационные и управляющие потоки информации на достоверность, что является актуальной проблемой для своевременного выявления аварийных признаков в нештатных аварийных режимах функционирования электроэнергетического оборудования [8 – 10].

Целью работы является решение задачи повышения надежности функционирования ПТК АСУ ТП на основе совершенствования режимов работы микропроцессорной системы

программно-аппаратных средств ПТК АСУ ТП с использованием модуля обнаружения аварийных признаков в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования энергоблоков ТЭС и АЭС Украины.

Результаты исследований

Для решения задачи повышения надежности функционирования ПТК АСУ ТП на основе совершенствования режимов работы микропроцессорной системы программно-аппаратных средств ПТК АСУ ТП с использованием модуля обнаружения аварийных признаков (МОАП) в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования энергоблоков ТЭС и АЭС Украины автором была предложена структурно-функциональная схема микропроцессорного модуля информационно-управляющей системы ПТК АСУ ТП энергоблока электростанции (показано на рис. 1).

Рассмотрим особенности режимов функционирования микропроцессорной системы при обработке информации в случае отклонения величин технологических параметров технологического процесса на энергоблоках ТЭС и АЭС Украины.

Режим обмена данными: данные, обработанные в арифметическо-логическом устройстве (АЛУ), передают по внутренней и внешней шине данных между всеми элементами микропроцессора и модулем МОАП.

Режим считывания данных: данные о параметрах технологического процесса (ПТП) и программа их обработки поступают в устройство АЛУ из памяти программ и памяти данных, а текущие значения ПТП поступают в модуль МОАП для определения скорости изменения величин параметров ПТП во времени.

Режим записи данных: данные, обработанные в устройстве АЛУ, передают параллельно одним потоком для записи информации в память данных через аккумулятор (совместные рабочие регистры), а вторым потоком – в модуль МОАП.

Режим выбора команд: для обработки данных в устройстве АЛУ и модуле МОАП выбирают команды соответственно из памяти программ МПС и памяти программ модуля МОАП.

Режим ввода данных: данные с устройства ввода передают параллельно для обработки в устройство АЛУ и в модуль МОАП.

Режим вывода данных: обработанные данные с устройства АЛУ и модуля МОАП подают на табло автоматизированного рабочего места оператора (АРМО) в виде сигналов: норма, предаварийная ситуация, авария.

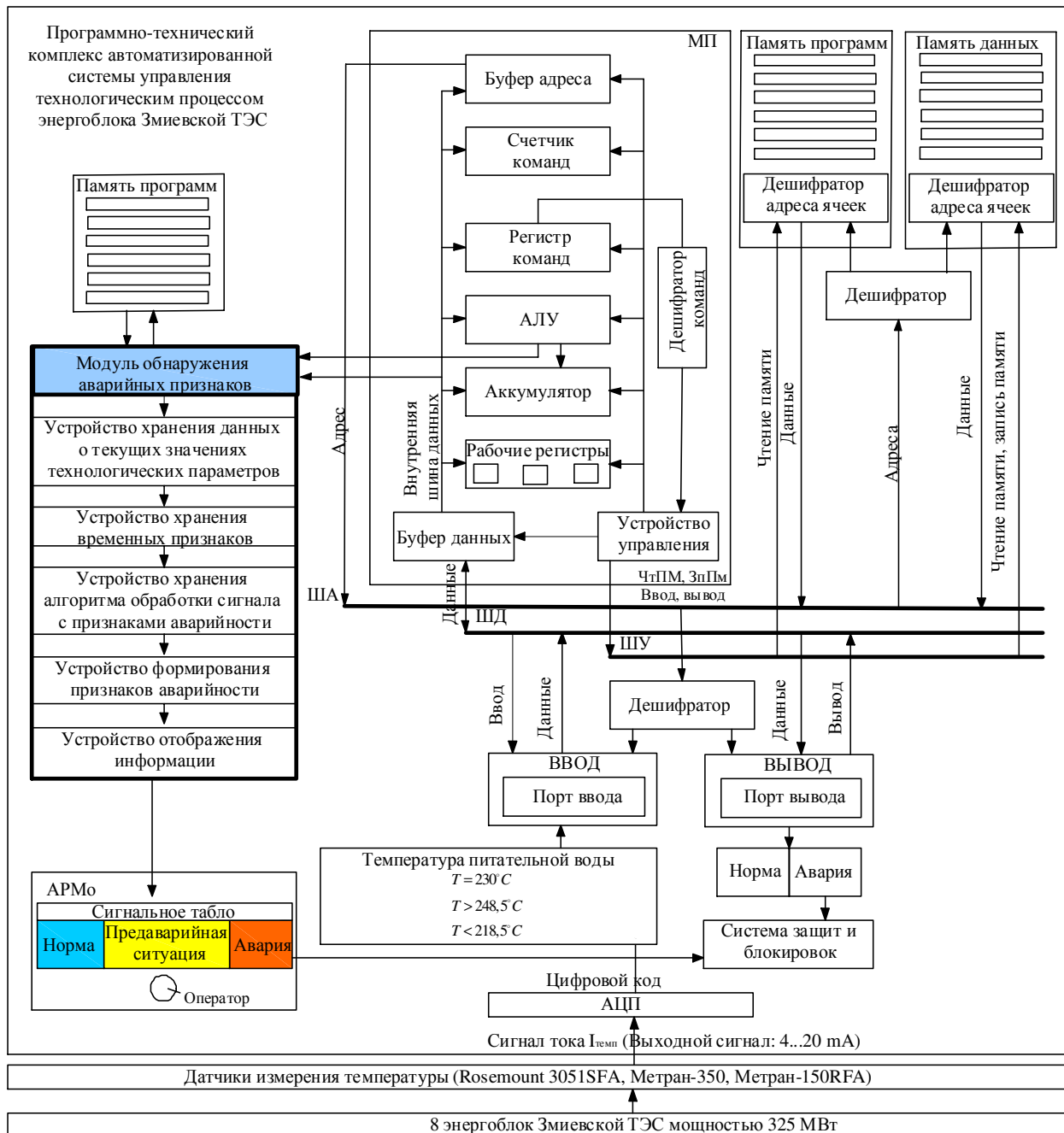


Рис. 1. Структурно-функциональная схема микропроцессорной системы ПТК АСУ ТП энергоблока ТЭС с использованием модуля обнаружения аварийных признаков

Как видно из рис. 1, сбор информации о характеристиках технологических параметров технологического процесса энергообъекта осуществляется с датчиков контроля через устройство ввода-вывода, а дальнейшая ее обработка, происходит в устройстве АЛУ микропроцессорной системы, где текущие данные о технологических параметрах технологического процесса энергообъекта сравнивают с данными, которые заранее установлены предельными уставками в памяти данных микропроцессорной системы. В случае сравнения текущих показателей параметров, поступивших от датчиков контроля и данных, считанных из предельных уставок памяти данных в арифметическо-логическом устройстве микропроцессорной системы, формируют нормированные признаки (сигнал «норма» на табло АРМО), и управляющий сигнал не поступает через устройство ввода-вывода на исполнительные механизмы и системы защит и блокировок.

При наступлении нештатных режимов функционирования электроэнергетического оборудования энергоблоков электростанции происходят отклонения характеристик параметров технологического процесса, поступающих с датчиков контроля через устройство ввода-вывода в микропроцессорную систему, где текущие данные о характеристиках параметров технологического процесса сравнивают с данными, которые заранее установлены предельными уставками в памяти данных микропроцессорной системы. Результаты сравнения данных с микропроцессорной системы поступают через устройство ввода-вывода на исполнительные механизмы, систему защит и блокировок и модуль обнаружения аварийных признаков в нештатных режимах функционирования энергообъекта [9, 10].

В модуле МОАП в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования энергоблока электростанции параллельно микропроцессорной системе обрабатывают результаты сравнения текущих аварийных отклонений об электрофизических параметрах технологического процесса с данными, которые заранее установлены предельными уставками в памяти данных МПС. Это делают с целью выделения аварийных признаков на основе полученных изменений пространственно-временных характеристик каждого отдельного технологического параметра в режиме реального времени. Эти расчеты проводят методом фрактального обнаружения, в основе которого лежит зависимость изменения характеристик электрофизических параметров технологического процесса энергообъекта от геометрических и информационных размерностей трехмерного фазового объема информационного пространства технологического процесса, которая формируется в модуле обнаружения аварийных признаков.

На основе полученных результатов по выделению аварийных признаков в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования энергоблока электростанции в модуле МОАП вырабатывается сигнал (сигнал «авария» на табло АРМО), содержащий аварийные признаки, который поступает в микропроцессорную систему, где формируется и производится управляющий сигнал. Этот сигнал через устройство ввода-вывода поступает на системы блокировок и защит по включению блокировок и защит на энергообъекте в режиме реального времени. Это позволяет недопустить последствия возникновения аварий и катастроф и обеспечить штатное управление функционирования энергообъекта. Кроме того, при возникновении аварийной ситуации в модуле МОАП формируется информационный сигнал оповещения, который поступает на общее сигнальное табло оператору АСУ ТП.

В случае фиксации в модуле обнаружения аварийной ситуации или недостоверной информации, которая может привести к сбою или ложному срабатыванию, вырабатывается сигнал «предаварийная ситуация» на табло автоматизированного рабочего места оператора.

Выводы

1. Для повышения надежности функционирования информационно-управляющих систем программно-технического комплекса автоматизированных систем управления технологическими процессами тепловой электростанции предложена усовершенствованная структурно-функциональная схема микропроцессорной системы ПТК АСУ ТП энергоблока.

2. Рассмотрены особенности режимов функционирования микропроцессорных систем с внедрением модуля обнаружения аварийных признаков для контроля параметров технологического процесса на энергоблоках тепловых электростанций в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буданов П. Ф. Синергетический подход к разработке модели принятия решения оперативным персоналом АЭС в нештатных ситуациях / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровка // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2013. – Вип. 1 (108). – С. 256 – 262.

2. Буданов П. Ф. Метод кластерного анализа для обработки информационного пространства в автоматизированных тренажерах по подготовке оперативного персонала АЭС / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2013. – Вип. 2 (109). – С. 106 – 111.
3. Буданов П. Ф. Моделирование признаков аварийности параметров технологического процесса объектов электроэнергетики / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2015. – Вип. 2 (43). – С. 84 – 88.
4. Буданов П. Ф. Просторово-часова модель інформаційного простору з фрактальною структурою / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2015. – Вип. 7 (132). – С. 15 – 19.
5. Буданов П. Ф. Метод фрактального обнаружения аварийных признаков в информационном пространстве технологического процесса / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 4 (44). – С. 56 – 60.
6. Буданов П. Ф. Влияние фрактальных свойств информационного пространства на процесс формирования случайного сигнала с признаками аварийности / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2016. – Вип. 1 (138). – С. 10 – 14.
7. Буданов П. Ф. Экспериментальные исследования пространственно-временной модели информационного пространства для процесса формирования случайного сигнала с признаками аварийности / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних сил імені І. Кожедуба. – 2016. – Вип. 3 (140). – С. 227 – 233.
8. Буданов П. Ф. Повышение надежности управления технологическим процессом энергообъекта способом выявления аварийных признаков в нештатных режимах функционирования на основе метода фрактального обнаружения / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних сил ім. І. Кожедуба. – 2016. – Вип. 7 (144). – С. 175 – 180.
9. Буданов П. Ф. Повышение надёжности функционирования энергообъектов на основе усовершенствования программно-технического комплекса автоматизированной подсистемы аварийной и предупредительной защиты / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко, П. В. Васюченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2016. – Вип. 3 (48). – С. 161 – 167.
10. Буданов П. Ф. Динамічна просторово-часова модель інформаційно-керуючих систем програмно-технічних комплексів АСУ ТП енергоблоку електростанції / П. Ф. Буданов, К. Ю. Бровко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2016. – Вип. 4 (49). – С. 80 – 85.

Бровко Константин Юрьевич – аспирант кафедры автоматизации энергетических процессов, e-mail: brovkokonstantin@gmail.com.

Украинская инженерно-педагогическая академия.