

УДК 621.311.25:519.816

П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко, П.В. Васюченко

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДСИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ И ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Предложен новый подход по повышению надёжности и безопасности функционирования технологического оборудования энергоблоков электростанций, путём своевременного оперативного определения достоверной и недостоверной информации при анализе характеристик технологических параметров технологического процесса на основе усовершенствования программно – технического комплекса подсистемы аварийной и предупредительной защиты автоматизированной системы управления технологическим процессом энергоблока и определены основы для построения алгоритма выявления аварийных признаков сигналов по контролю достоверности информации о состоянии энергообъекта с помощью модуля обнаружения аварийных признаков.

Ключевые слова: достоверность информации, надёжность функционирования технологического оборудования, модуль обнаружения аварийных признаков, система аварийной и предупредительной защиты.

Введение

Постановка проблемы и анализ публикаций.

Для автоматизации процессов производства, транспортировки и распределения электроэнергии, энергообъекты (ТЭС, АЭС, подстанции), должны быть оснащены автоматизированными системами управления [1, 2]. Автоматизированные системы управления энергообъектов (АСУ ЭО), работающих в энергетической системе, в соответствии с требованиями по эксплуатации [1, 2], должны обеспечивать надёжность, безопасность и устойчивости энергосистемы, соответствовать техническим требованиям, установленных для этой системы.

Анализ специальной и научно-технической литературы [1, 2] показал, что на сегодняшний день, основным требованием к структуре, функциям и задачам АСУ ЭО, является возможность обеспечения решения информационных и/или управляющих задач производственно-технологического, оперативно-диспетчерского и организационно – экономического управления производством, транспортировкой и распределением электроэнергии.

Решения этих задач возлагаются соответственно на такие АСУ ЭО, как:

- информационно-измерительные системы (ИИС);
- информационно-вычислительные системы (ИВС);
- управляющие вычислительные системы (УВС);
- автоматизированные системы диагностики состояния технологического и электрического оборудования;
- системы внутривыпускного контроля (СВРК);
- автоматический контроль нейтронного потока (АКНП);

- автоматические системы контроля радиационной обстановки (АСКРО);
- средства радиационного контроля (СРК);
- системы автоматических защит (САЗ);
- автоматические системы регулирования (АСР);
- электронные части систем регулирования турбин (ЭЧСР);
- электрогидравлические системы регулирования турбин (ЭГСР);
- автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ);
- автоматизированные системы управления технологических процессов (АСУ ТП);
- автоматизированные системы управления производством (АСУП).

При этом необходимо отметить, что если ИИС осуществляют только измерение параметров, сбор информации (сведений) о технологических объектах и процессах и представляют их пользователю по его запросу, то остальные информационные системы (ИВС, УВС, СВРК, АКНП, АСКРО, СРК) должны осуществлять также обработку и, при необходимости, регистрацию этой информации.

Управляющие системы, кроме того, должны осуществлять выработку управляющих воздействий, а такие управляющие системы, как подсистемы аварийной и предупредительной защиты (АЗ ПЗ), АСР, АСДУ и АСУ ТП – также выдачу управляющих воздействий на объект управления для приведения параметров, характеризующих его функционирование, в эксплуатационные пределы или для приведения объекта управления в безопасное состояние.

Система АСУ ТП энергообъекта обеспечивает возможность управления энергообъектом как еди-

ным технологическим комплексом, поэтому АСУ ТП энергоблоком (ЭБ), должны быть распределены, многофункциональными, свободно-программируемыми автоматизированными системами, рассчитанными на длительное непрерывное функционирование в реальном масштабе времени и реализующими необходимые функции сбора, обработки и представления информации, а также функции управления, регулирования, защит, блокировок и сигнализации.

Система АСУ ТП ЭБ должна создаваться, как единая система информации и управления, на основе передовых системотехнических принципов и, как правило, на базе единого программно-технического комплекса (ПТК). В тех случаях, когда АСУ ТП ЭБ создается на разрозненных технических и программных средствах, они должны быть совместимы между собой в части обмена информацией и программного обеспечения настолько, насколько это необходимо для создания единой интегрированной АСУ ТП ЭБ.

Только при таком подходе обеспечивается повышение надёжности и безопасности функционирования технологического оборудования энергообъекта. Система АСУ ТП представляет собой многоуровневую систему, построенную по иерархическому принципу в соответствии с технологической структурой и особенностями компоновки технологического объекта управления.

Количество уровней АСУ ТП, а также распределение функций и задач (интеллекта) между ними, зависит от структуры комплекса технических и программных средств (ПТК), на базе которого создается АСУ ТП. В большинстве случаев таких уровней два: верхний и нижний. При эксплуатации АСУ ТП энергообъекта, как правило, должны решаться функции и задачи по приему и достоверной обработке информации при анализе аварийных ситуаций и процессов на технологическом оборудовании ЭБ.

Одной из функций АСУ ТП ЭБ ЭС является анализ отклонения характеристик параметров технологического процесса (ХП ТП) от установленных значений, соответствующих нормальному функционированию технологического оборудования энергоблока электростанции (ТО ЭБ ЭС).

Особенностью процесса обработки информации от датчиков контроля технологического оборудования ТО ЭБ ЭС, является установление достоверности и недостоверности получаемой информации, что может существенно влиять на формирование сигналов управления технологическим процессом, что приводит к ложным срабатываниям технических средств аварийной и предупредительной защиты (АЗ ПЗ), а, следовательно, в целом влияет на надёжность функционирования ТО ЭБ ЭС, особенно на управление парогенератором и турбогенератором ЭБ ЭС.

Поэтому, **целью статьи** является, разработка нового подхода по повышению надёжности и безопасности функционирования технологического оборудования энергоблоков электростанции, путём своевременного оперативного определения достоверной и недостоверной информации при анализе характеристик технологических параметров технологического процесса на основе усовершенствования ПТК подсистемы аварийной и предупредительной защиты АСУ ТП энергоблока.

Основной материал

Для характеристики надёжности функционирования ТО ЭБ важными являются основные предпосылки к аварийным ситуациям, такие как, повреждение, заключающиеся в нарушении исправности ТО ЭБ или его элементов; отказы, а в особенности, ложные срабатывания, заключающиеся в нарушении работоспособности ТО ЭБ или приводящие к аварии и катастрофе.

Основными количественными показателями, характеризующими надёжность ТО ЭБ, являются коэффициент готовности K_T , коэффициент технического использования $K_{ТИ}$, параметр потока отказов $\omega(\tau)$, среднее время восстановления τ_B , вероятность безотказной работы $P(\tau)$.

Следующим показателем надёжности является коэффициент технического использования $K_{ТИ}$, который характеризует отношение времени пребывания ТО ЭБ или его элемента в работоспособном состоянии ξ_i к времени пребывания их в работоспособном состоянии и времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием, а также временем ремонтов за рассматриваемый период и определяется выражением:

$$K_{ТИ} = \frac{\sum_{i=1}^n \xi_i}{(n \cdot \tau_3)}, \quad (1)$$

где $\tau_3 = \tau_p + \tau_o + \tau_{рем}$ – продолжительность эксплуатации, состоящая из времени работы, технического обслуживания и ремонтов; ξ_i – времени пребывания работоспособном состоянии.

Параметр потока отказов, характеризующий частоту отказов – это среднее количество отказов ремонтируемого элемента ТЭУ ЭС в единицу времени. Приближенно параметр потока отказов можно определить по формуле:

$$\omega(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i(\tau + \Delta\tau) - \sum_{i=1}^n m_i(\tau)}{n \cdot \Delta\tau}, \quad (2)$$

где $m_i(\tau + \Delta\tau)$ – число отказов за время $(\tau + \Delta\tau)$; $m_i(\tau)$ – число отказов за время τ .

Среднее время восстановления – это среднее время вынужденного, нерегламентированного простоя, вызванного отысканием и устранением одного отказа.

$$\tau_B = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \tau_i, \quad (3)$$

где τ_i – среднее время отыскания и устранения отказа j -го элемента; m – число отказов.

Вероятность безотказной работы за время τ есть вероятность того, что ТО ЭБ или ее элемент будут работать безотказно в течение времени τ . Приближенная формула опытного определения вероятности безотказной работы имеет вид:

$$P(\tau) = \frac{N(\tau)}{n}, \quad (4)$$

где $N(\tau)$ – число объектов, оставшихся работоспособными до конца времени τ ; n – число объектов, за которыми велось наблюдение. Упомянутые выше коэффициенты готовности K_r и технического использования $K_{ТИ}$ учитывают только полные отказы и не отражают частичных отказов. Для учета частичных отказов используют выражение:

$$K_4 = \frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta N \cdot \tau_4}{N_y \cdot \tau}, \quad (5)$$

где: $\Delta W = \Delta N \cdot \tau_4$ – величина недоотпуска электроэнергии в результате частичного отказа, кВт*ч; ΔN – понижение мощности вследствие частичного отказа, кВт; τ_4 – длительность частичного отказа; N_y – установленная мощность, кВт; τ – плановое число часов использования установленной мощности.

Поскольку ТО ЭБ ЭС представляет сложную систему, каждый элемент которой может иметь несколько состояний, то большую трудность составляет решение всего комплекса системы уравнений, учитывающих все возможные ее состояния. Для определения наиболее вероятных состояний на ЭВМ расчетная схема ТО ЭБ ЭС моделируется в два этапа.

Однако, одним из основных показателей надежности функционирования ТО ЭБ, является коэффициент готовности, характеризующий вероятность того, что ТО ЭБ или их элемент окажутся работоспособными в произвольный момент времени. Значение коэффициента готовности можно определить по формуле:

$$K_r = \frac{\tau_0}{\tau_0 + \tau_B}, \quad (6)$$

где τ_0 – наработка на отказ (среднее время безотказной работы); τ_B – среднее время восстановления работоспособности.

Анализ формулы (6) показывает, что для повышения надежности функционирования ТО ЭБ, коэффициент $K_r \rightarrow 1$, а этого можно добиться при среднем времени восстановления работоспособности $\tau_B \rightarrow 0$, тогда вероятность определения аварийных признаков $P(\tau) \rightarrow 1$. Это возможно, когда отклонение характеристик технологических параметров, которые влияют на отказ ТО ЭБ, будут определяться в режиме реального времени в программно-техническом комплексе (ПТК) АСУ ТП энергоблока электростанции. Поэтому, рассматривая коэффициент готовности энергоблока, как вероятность того, что ТО ЭБ или их элементы, окажутся работоспособными в произвольный момент времени, то его можно представить, как совокупность, состоящую из коэффициента готовности котла (K_r^{KY}), коэффициента готовности турбины (K_r^T), коэффициента готовности электрогенератора ($K_r^{\text{ЭГ}}$) и коэффициента готовности трансформатора ($K_r^{\text{ТР}}$), т.е. можно определить, как произведение коэффициентов готовности каждого из названных элементов:

$$K_r^B = K_r^{KY} \cdot K_r^T \cdot K_r^{\text{ЭГ}} \cdot K_r^{\text{ТР}}, \quad (7)$$

где K_r^B – коэффициент готовности энергоблока; K_r^{KY} – коэффициент готовности котла; K_r^T – коэффициент готовности турбины; $K_r^{\text{ЭГ}}$ – коэффициент готовности электрогенератора; $K_r^{\text{ТР}}$ – коэффициент готовности трансформатора.

Из выражения (7) следует вывод, что надежность и безопасность функционирования ТО ЭБ зависит от выявления аварийных признаков в аварийной ситуации на ЭБ ЭС в режиме реального времени на каждом элементе (котел, турбина, электрогенератор, трансформатор) энергоблока.

Как известно [1, 2], к программно-техническому комплексу (ПТК) АСУ ТП ЭБ ЭС предъявляются достаточно высокие требования по достоверности вводимой информации от датчиков контроля объектов (ЭБ ЭС), а именно:

- диагностирование наличия питающего напряжения и исправности всех устройств, входящих в канал прохождения информации: датчика, соединительных линий, аналого-цифрового преобразователя, модулей ввода/вывода и т.п.;

- проверка параметров сигнала в пределах допустимого диапазона отклонений $\pm 1.5\%$ (от мин. до макс. значения) для различных режимов функционирования ТО ЭБ ЭС;

- проверка параметров сигнала в пределах допустимого диапазона отклонений по технологиче-

ским границам, которые могут зависеть от текущего состояния ТО ЭБ ЭС;

- проверка того, что скорость изменения значения сигнала находится в допустимых пределах, определяемых с учетом текущего состояния объекта управления;

- проверка наличия (отсутствия) начального значения электрического сигнала величиной 4 мА (для датчиков сигнала 4...20 мА);

- проверка соответствия сигнала его значению, с учетом других параметров.

При выполнении вышеуказанных условий и требований, разность значений сигналов сравнивается с допустимым значением расхождения между сигналами, а в случае превышения этого значения, оба сигнала объявляются недостоверными, но информация о значении каждого из них сохраняется (где сохраняется). Если, не выполняется одно из условий, указанных выше, сигнал объявляется недостоверным и производится запоминание его последнего представительного значения.

Для проверки достоверности троированных сигналов, помимо операций с каждым из сигналов измерений, производятся дополнительные преобразования, позволяющие выявить недостоверный сигнал, который отбрасывается, а дальнейший до восстановления соответствует дублированным измерениям. Недостоверная информация должна индироваться и вызывать действие предупредительной сигнализации, а управляющие воздействия, связанные с данной информацией, должны блокироваться.

Контроль достоверности дискретной информации обеспечивается в основном сравнением альтернативных сигналов: "включен" - "отключен". В отдельных случаях достоверность сигнала определяется специальными алгоритмами сравнения параметров.

Выявление недостоверной информации должно вызывать формирование предупредительного сигнала. Управляющие воздействия, связанные с данной информацией, должны блокироваться. Контроль достоверности, как правило, должен проводиться с циклом ввода аналоговых сигналов. Для каждого из дублированных или троированных каналов должны предусматриваться процедуры выявления недостоверных значений. Недостоверность фиксируется индивидуально по каждому каналу, квалифицируется как событие и регистрируется функцией "Регистрация событий" (РС).

В случае недостоверности по всем каналам (одному, двум или трем) одного параметра должен быть сформирован обобщенный признак недостоверности параметра, который квалифицируется как событие и регистрируется функцией РС.

На основе достоверных значений одного параметра, полученных по двум или трем каналам, в ка-

ждом цикле опроса формируется текущее результирующее значение параметра. Это результирующее значение должно вычисляться в соответствии с техническим заданием на ПТК АСУ ТП.

Контроль отклонения достоверных сигналов за технологические уставки, как правило, должен выполняться с циклом их ввода, либо с периодом запуска программы проверки на достоверность. Для каждого сигнала должна предусматриваться возможность задания четырех и более технологических уставок (на повышение или понижение в любой комбинации). Значения аналоговых параметров, для которых существуют технологические уставки, должны контролироваться на выход за установленные пределы и возвращение к норме. Должны формироваться признаки выхода за уставку и возвращения к норме с исключением "дребезга" за счет ввода зоны возврата, которая задается при разработке системы и ее настройке. Признаки отклонения за уставку фиксируются, квалифицируются как события и регистрируются функцией РС. Коррекция значений параметров для отдельных сигналов, перечисляемых в задании на конкретный ПТК АСУ ТП, выполняется расчетным путем с циклом их ввода в ПТК.

Анализ применяемых аппаратно - технических средств ПТК АСУ ТП ЭБ ЭС, показывает, что процесс установления отклонения технологических параметров от установленных значений (уставок) происходит в соответствии с алгоритмами, которые построены на статических, простых моделях, где не учитываются случайные изменения параметров, и переходные процессы в режиме реального времени (жизненные циклы протекания конкретных параметров технологического процесса) и не отражается влияние на технологический процесс значений входных воздействий не только в данный, но и в прошлый моменты времени, т.е. когда все процессы в объекте управления (ЭБ ЭС) или их часть, должны описываться случайными функциями времени.

Для решения этой проблемы, т.е. определение достоверности или недостоверности информации, получаемой после обработки в ПТК АСУ ТП ЭБ ЭС и на основании которой формируются управляющие командные сигналы, как показывают исследования в работах [2 – 12], необходимо использовать сложный математический аппарат теории вероятности и математической статистики, что в реальных условиях очень трудно и дорого, а иногда просто невозможно (н-р: при изучении поведения системы в аварийных ситуациях) [2 – 12]. Опыт показывает, что такие исследования, с изменениями ХП ТП, можно проводить на стадии разработки и испытаний, либо же в период после капитального ремонта и регламента ТО ЭБ.

Техническая реализация по обнаружению отклонения технологических параметров от установ-

ленных значений, проводится в унифицированном комплексе технических средств (УКТС), структурно – функциональная схема работы АСУ ТП ПТК АЗ ПЗ показана на рис.1.

Сигналы, поступающие с датчиков первичных источников информации (ПИИ) о функциональном состоянии технологического оборудования ТО ЭБ ЭС, поступают на подсистему АЗ ПЗ АСУ ТП ЭБ ЭС на входы блоков аналогово – дискретных преобразователей (АДП), расположенных в базовых шкафах УКТС и далее в блоке преобразования сигналов (БПС) аналоговый сигнал преобразовывается в дискретный и передается в виде цифрового кода в блок логический (БЛ), где осуществляется сравнение сигнала, с уставкой из памяти данных (ПД), соответствующей заданному значению параметра (н-р: температура теплоносителя первого контура 320 °С), как показано на графике 1 рис. 2.

При отклонении значения параметра от заданного значения (уставки) на выходе АДП, формируется дискретный сигнал, соответствующий значению логической «1». Сигналы от каждого из АДП поступают на входы блока формирования команд (БФК), в котором осуществляется их обработка по мажоритарному принципу «2 из 4». В случае формирования на выходах любых двух из четырех АДП сигналов, соответствующих уровню логической «1», на выходе БФК появляется сигнал логической «1», который поступает в блоки реле выходных (БРВ), где формируются дискретные сигналы, для передачи в шкаф формирования сигналов (ШФС) команд управления (КУ) на схемы защит и сигнализации.

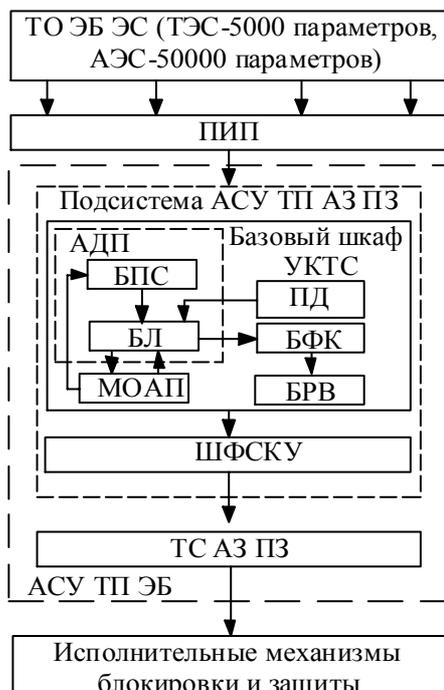


Рис. 1. Структурно-функциональная схема работы АСУ ТП ПТК АЗ ПЗ

Таким образом, функционирование технических средств УКТС позволяет определять отклонение ХП ТП только по заранее установленным значениям (уставкам, н-р: температура теплоносителя первого контура 320 °С; уставка min=304 °С, уставка max=336 °С) величин ХП ТП в строго определенные моменты времени (н-р: 2с, 4с, 6с, 8с...nT+2с), как показано на графике 1, рис.2.

При таком подходе, описанном выше, не представляется возможным отследить значительные отклонения ХП ТП в другие моменты времени изменения ХП ТП, которые могут привести к недоверной оценке информации об отклонении ХП ТП, т.к. не будет контролироваться динамика изменения ХП ТП при достижении значительных отклонений ХП ТП от нормы, что повлечет за собой увеличение ложных срабатываний по недоверной информации, а, следовательно, повлияет на число отказов функционирования ТО ЭБ ЭС, в соответствии с формулами (1)-(7), а, как следствие, приведет к снижению надежности функционирования технологического оборудования ЭБ ЭС.

В работе предлагается новый подход по определению достоверной и недостоверной информации при анализе ХП ТП, который заключается в том, что необходимо создать нелинейную динамическую модель объема информационного пространства, в основе которой будут созданы алгоритм и программа ПТК АЗ ПЗ по выявлению отклонений ХП ТП в режиме реального времени (РРВ), построенные на фрактально-кластерном представлении структуры объема информационного пространства технологического процесса.

Как показано на графике 2, рис. 2, предлагаемый авторами алгоритм, позволит в динамике, контролировать изменение сигнала от нормированных характеристик до отклонений, которые могут привести к аварийным ситуациям, а, следовательно, контролировать сигнал за весь период протекания аварийной ситуации и оперативно сформировать команды управления на подсистему ПТК АЗ ПЗ АСУ ТП ЭБ для недопущения аварий и катастроф на энергетических объектах.

В основе предлагаемого алгоритма по контролю достоверности аналоговой информации в ПТК АЗ ПЗ, будут учитываться следующие критерии:

- предельным значениям измеряемых характеристик параметров ТО ЭБ ЭС;
- максимальной скорости изменения измеряемых характеристик параметров ТО ЭБ ЭС;
- функциональной зависимости между аналоговыми величинами и логической связи между аналоговыми и дискретными параметрами;
- сопоставлению результатов измерений от дублированных датчиков аналоговых сигналов;
- эталонным датчикам (периодический опрос).

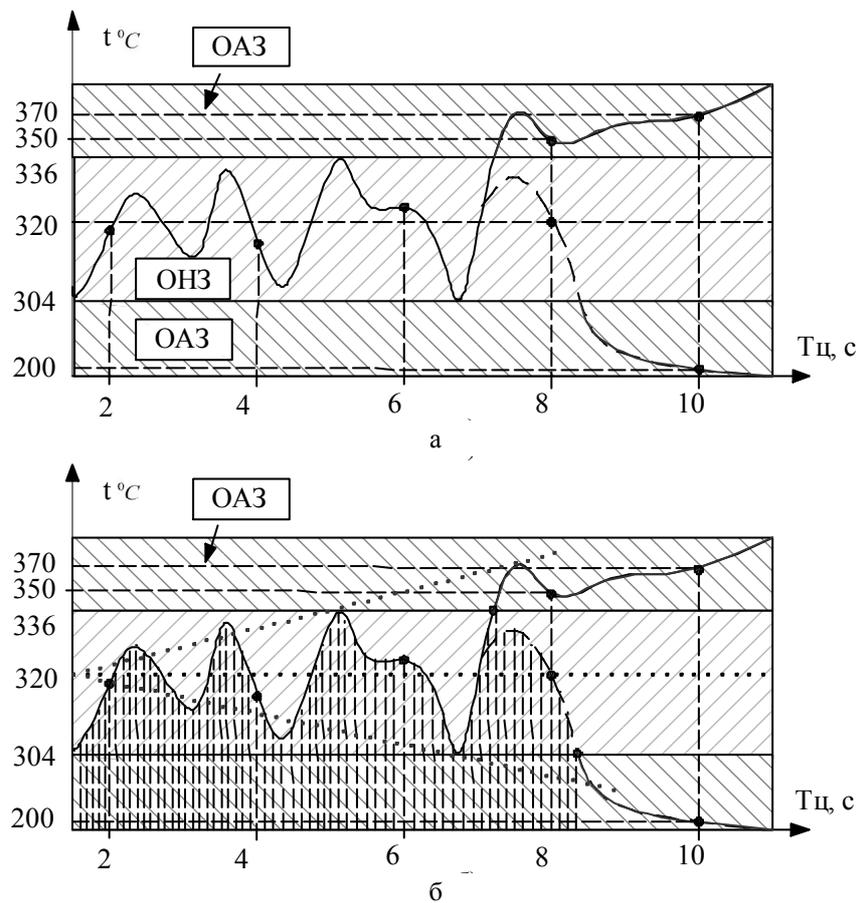


Рис. 2. Процесс изменения случайного сигнала с аварийными признаками:
 а – в строго определенные моменты времени;
 б – в режиме реального времени

По результатам такого контроля, предложенный алгоритм, позволит формировать обобщенный признак достоверности сигнала в режиме реального времени. Недостоверность фиксируется индивидуально по каждому каналу и квалифицируется как событие, для этого предложено возможность оперативного вывода из работы сигналов от неисправных датчиков.

Контроль отклонения сигналов за уставки выполняется для достоверных сигналов циклически с циклом ввода аналоговых сигналов. Для каждого сигнала должна предусматриваться возможность задания до четырех уставок. Значения аналоговых параметров, для которых существуют уставки, должны контролироваться на выход их за установленные пределы и возвращение к норме. Погрешность задания уставки 0,2%.

Должны формироваться признаки выхода за уставку и возвращения к норме с исключением "дребезга" за счет ввода зоны возврата, которая задается при генерации.

Для реализации алгоритма обнаружения достоверных-недостоверных сигналов, после обработки информации, авторами, в структурно-функциональной схеме работы АСУ ТП ПТК АЗ ПЗ, поми-

мо обработки по четырем уставкам, предложено параллельно обрабатывать сигналы с соответствующим шагом квантования, для чего предложено ввести модуль обнаружения аварийных признаков (МОАП), который позволит в РРВ, в зависимости от длительности протекания жизненного цикла технологического параметра, определять достоверность или недостоверность сигнала и выдавать соответствующую команду в ПТК АСУ ТП ЭБ ЭС (рис. 1).

Выводы

1. Предложен новый подход по повышению надёжности и безопасности функционирования технологического оборудования энергоблоков электростанций, путём своевременного оперативного определения достоверной и недостоверной информации при анализе характеристик технологических параметров технологического процесса на основе усовершенствования ПТК подсистемы АЗ ПЗ АСУ ТП энергоблока;

2. Предложена основа алгоритма ПТК АЗ ПЗ автоматизированной системы управления энергообъектов ЭБ ЭС по контролю достоверности информации о состоянии энергообъекта.

Список літератури

1. Артюх С.Ф. Основы автоматизированных систем управления энергогенерирующими установками электростанций / С.Ф. Артюх, М.А. Дуэль, И.Г. Шелепов. – Х., 1998. – 332 с.
2. Дуэль М.А. Развитие систем энергосберегающего автоматизированного управления энергопроизводством ТЭС и АЭС Украины / М.А. Дуэль, Г.И. Канюк, А.Ю. Мезеря. – Х., 2013. – 388 с.
3. Буданов П.Ф. Анализ современного состояния и перспективы развития автоматизированных систем по подготовке оперативного персонала АЭС / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко, М.Ю. Сахно // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 9 (107). – С. 263-269.
4. Буданов П.Ф. Синергетический подход к разработке модели приняты решения оперативным персоналом АЭС в нештатных ситуациях / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко. – Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 1 (108). – С. 256-262.
5. 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. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 2(109). – С. 106-111.
6. Моделирование нештатных аварийных ситуаций на энергообъектах на основе фрактально-кластерного подхода / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко, А.М. Чернюк, К.А. Солод, Т.П. Руденко // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2015. – №1 (132). – С. 15-21.
7. Буданов П.Ф. Моделирование признаков аварийности параметров технологического процесса объектов электроэнергетики / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 2 (43). – С. 84-88.
8. Буданов П.Ф. Просторово-часова модель інформаційного простору з фрактальною структурою / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет

Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2015. – Вип. 7 (132). – С. 15-19.

9. Буданов П.Ф. Метод фрактального обнаружения аварийных признаков в информационном пространстве технологического процесса / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015. – № 4(44). – С. 10-14.

10. 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: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2016. – Вип. 1 (138). – С. 10-14.

11. 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: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних сил імені І. Кожедуба, 2016. – Вип. 3(140). – С. 227-233.

12. 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: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних сил імені І. Кожедуба, 2016. – Вип 7 (144). – С. 175-180.

Поступила в редколлегию 1.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.И. Канюк, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ
НА ОСНОВІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ
АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ТА ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко, П.В. Васюченко

Запропоновано новий підхід щодо підвищення надійності та безпеки функціонування технологічного обладнання енергоблоків електростанцій, шляхом своєчасного оперативного визначення достовірної і недостовірної інформації при аналізі характеристик технологічних параметрів технологічного процесу на основі удосконалення програмно – технічного комплексу підсистеми аварійного та попереджувального захисту автоматизованої системи управління технологічним процесом енергоблоку та визначено засади для побудови алгоритму виявлення аварійних ознак сигналів з контролю достовірності інформації про стан енергооб'єкта за допомогою модуля виявлення аварійних ознак.

Ключові слова: достовірність інформації, надійність функціонування технологічного обладнання, модуль виявлення аварійних ознак, система аварійного та попереджувального захисту.

**IMPROVE THE RELIABILITY OF POWER FACILITIES FUNCTIONING
BASED ON IMPROVEMENTS SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX
AUTOMATED SUBSYSTEM OF EMERGENCY AND PREVENTATIVE PROTECTION**

P.F. Budanov, K.Yu. Brovko, P.V. Vasuchenko

A new approach to improve the reliability and safety of the technological equipment of power generating units, by timely operational definition of true and false information in the analysis of the characteristics of the technological process parameters on the basis of improvements in software - hardware complex subsystem of emergency and preventive protection of the automated process control system power and provides the framework to build an algorithm to identify signs of alarm signals to control the accuracy of information about the state of a power module using the detection of emergency signs

Keywords: the accuracy of the information, reliability of process equipment, detection module emergency signs, the system of emergency and preventive protection.