

Чинакал В.О.

Создание систем усовершенствованного мониторинга и управления для повышения эффективности и безопасности управления сложными промышленными объектами

Аннотация: Рассматривается подход к повышению безопасности и эффективности управления сложными промышленными объектами в классе непрерывных производств на базе создания перспективных интегрированных систем усовершенствованного мониторинга состояния и управления объектом AMS&APC (AMS – Advanced Monitoring System, APC – Advanced Process Control). Разработаны требования и структура AMS&APC, обеспечивающая автоматизированную комплексную обработку измеряемой и технологической информации об объекте и квазиоптимальное управление таким объектом. Предложена реализация прототипа AMS&APC с использованием интеллектуальных методов анализа данных, прогнозирования и ретроспективного оценивания.

Ключевые слова: безопасность управления, сложные промышленные объекты, технологические процессы, непрерывное производство, AMS, APC

Введение

Создание перспективных распределенных систем усовершенствованного мониторинга состояния и управления сложными промышленными объектами (СПО) в классе непрерывных технологических производств (ТП), таких как пищевая промышленность, строительные материалы, нефтехимия, нефтепереработка и другие является одной из актуальных задач [1]. В настоящее время существенно усложняются требования к функционалу систем контроля и управления СПО, повышению безопасности управления (БУ) объектами и повышению реальной эффективности работы всех автоматических и автоматизированных систем в режимах контроля и управления.

Необходимо не только обеспечивать контроль и управление объектом в условиях сильных, нестационарных, часто не полностью измеряемых возмущений, но и автоматически оценивать текущее состояние СПО и технических средств контроля и управления (ТСУ) объекта, своевременно обнаруживать и оценивать изменения ключевых технологических параметров (КТП) материальных потоков, выявлять наличие или предпосылки возникновения нештатных и аварийных ситуаций, обеспечивать оперативную поддержку решения других сложных задачи в реальном времени.

Применительно к данному классу СПО в данной работе разрабатывается концепция построения интегрированных систем усовершенствованного мониторинга и управления объектом – AMS&APC (AMS – Advanced Monitoring System, APC – Advanced Process Control), как развитие подхода, предложенного в [2].

Для решения проблем контроля и управления СПО создаются различные типы интеллектуальных систем поддержки управления (ИСПУ). На уровне автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления производством (MES-системы) могут разрабатываться и применяться мощные интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР) [1,3]. Для поддержки автоматического решения отдельных сложных задач контроля и управления СПО применяют локальные ИСПУ (агенты), в частности, встраиваемые в систему контроля и управления интеллектуальные компоненты (ВИК) [4].

Опыт ведущих фирм в области автоматизации производства с использованием разработок и эффективного применения в промышленности отдельно AMS и APC-систем показывает [1], что создание интегрированных AMS&APC-систем и их промышленное применение позволит существенно повысить эффективность и безопасность работы СПО.

Внедрение интегрированной AMS&APC-системы позволит пользователям иметь и использовать:

- все доступные оперативные данные, поступающие на входы подсистемы AMS от штатных средств мониторинга и управления объектом (данные измерений параметров технологических потоков от поточных датчиков и анализаторов, данные о состоянии резервуаров и установок, данные всех лабораторных анализов, текущие данные от измерительных средств автоматического

мониторинга состояния основного динамического и статического оборудования (ЕАМ-систем)) [1,2,4];

- расчетные данные от LIMS-систем и виртуальных анализаторов (ВА) [1,2,5];

- дополнительную информацию, получаемую в результате применения интеллектуальных методов обработки текущих данных реального времени, актуальных технологических данных и различных архивных данных [2,4,5];

- адаптивные модели виртуальных анализаторов, применяемые для оперативной оценки редко измеряемых параметров ТП с учетом их связи с другими, более часто измеряемыми параметрами ТП, а также оперативные корректировки параметров соответствующих косвенных моделей ВА [1,6] с использованием различных измерений;

- реализацию интеллектуальных методов (ИМ) для формирования гипотез и их оценки при различных ситуациях возможного возникновения изменений параметров ТП в прошлом и настоящем времени [5,6];

- общий источник проверенных и откорректированных оперативных и интегрированных данных на выходах подсистемы AMS, единых для всех пользователей и систем СПО;

- возможность использования выходных данных подсистемы AMS как в эксплуатирующихся традиционных АСУТП, так и в современных системах усовершенствованного управления непрерывными технологическими процессами (ТП) (APC-системы), а также в диспетчерских MES-системах [1].

Следует отметить, что при создании интегрированной AMS&APC-системы необходимо учитывать целый ряд характерных особенностей и разнообразных ограничений, свойственных многим производствам данного типа (разновременные измерения показателей, редкие и часто запаздывающие измерения, имеющие разную погрешность, наличие взаимовлияния параметров, сложность описания и не стационарность динамических процессов, различные виды неопределенностей и т.п.) [1,2].

Наличие единой системы AMS&APC позволит в дополнение к традиционным методам статистического оценивания параметров ТП использовать также современные методы интеллектуального анализа оперативных данных [5-7], учесть имеющуюся

дополнительную технологическую информацию о типах и параметрах сырья, заданных требованиях к режимам его переработки на различных установках с учетом их состояния, имеющихся ресурсов и влияния других значимых факторов [5]. В итоге применение AMS&APC может существенно повысить общую эффективность управления СПО для данного класса производств.

При разработке AMS&APC-систем использованы модели типовых КТП для оценки изменений их параметров в зависимости от различных причин. При построении и корректировке параметров модели ВА используются методы текущего регрессионного анализа [5-7], а в APC методы предикторного управления [1]. Данный подход достаточно эффективен при не слишком больших вариациях состава сырья, хорошей стабилизации режимов работы установок и возможности периодической корректировки отклонений регулируемых показателей. При существенных колебаниях состава сырья, и значительных изменениях режимов работы установок целесообразно с помощью AMS обеспечить выбор и настройку ВА с использованием набора альтернативных моделей [5]. Выбор применяемых методов текущей регрессии и начальных параметров производится с использованием производственных правил, обеспечивающих учесть конкретную ситуацию с типом сырья, текущие оценки его качества, заданные режимы работы установки и фактические возможности систем измерения [5-7].

Далее рассмотрим кратко пример структуры и связей основных блоков простой AMS&APC, в составе традиционной системы регулирования, подсистемы AMS и подсистемы APC в составе ИСПУ АСУТП.

Пример структуры AMS&APC-системы

На рисунке 1 представлен пример структуры и связей основных блоков простой AMS&APC с указанием основных потоков и уровней получения, передачи, хранения и обработки информации в системе. Основные элементы: – Объект управления (ОУ); – Штатная система регулирования и управления нижнего уровня (СУ); – Исполнительные механизмы (ИМ); – Система измерения входов ОУ и параметров внешней среды (ИС1); – Система частых периодических измерения количественных выходов ОУ (ИС2); – Система редких изменения фазовых координат ОУ на моменты

времени $t+1 - t+k$ при заданной стратегии управления и текущих оценках параметров по измерениям на скользящем интервале $t-\pi - t$.

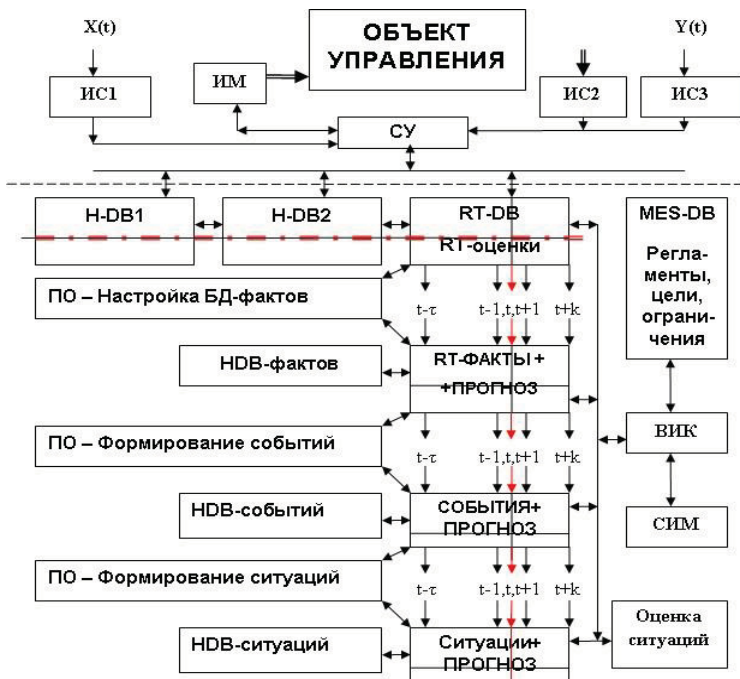


Рисунок 1 – Структура и связи основных блоков простой AMS&APC

Обозначения основных этапов формирования и хранения логических массивов данных и соответствующего программного обеспечения (ПО): – RT-DB – база данных (БД) измерений реального времени; RT-факты – БД логических массивов результатов сравнения текущих измерений с регламентными ограничениями; – Н-DB1, Н-DB2 – краткосрочная и долгосрочная архивные БД всех измерений; MES-DB – БД верхнего уровня, содержащая значения текущих регламентов, целей и ограничений; HDB – архивные БД логических массивов фактов, событий,

ситуаций; ПО – программное обеспечение логической обработки соответствующих уровней данных.

Пунктирной линией и стрелкой обозначены все основные этапы последовательного получения, обработки и хранения результатов некоторого измерения i -го параметра в t -момент времени и отражение его влияния на изменения наборов фактов, событий и ситуаций.

Заключение

Разработка эффективных AMS&APC-систем и их промышленное применение в качестве надежного единого источника оперативных данных для традиционных АСУТП, MES-систем и для систем усовершенствованного управления APC сложными промышленными объектами в классе непрерывных производств позволит существенно повысить общую эффективность и безопасность управления объектами этого класса.

Литература:

1. *Ицкович Э.Л.* Перспективная автоматизация агрегатов предприятий технологических отраслей. – М.: Горячая линия–Телеком, 2018. – 544 с.

2. *Чинакал В.О.* Об одном подходе к мониторингу непрерывных технологических процессов. / Труды 17-ой международной конференции CAD/CAM/PDM – 2017 «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта». – М.: ИПУ РАН, 2017. – С. 438-440.

3. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход. – М.: Изд. дом Вильямс, 2007. – 1408 с.

4. *Чинакал В.О.* Разработка и применение встраиваемых интеллектуальных компонентов, построенных с использованием матричных методов / Труды 8 международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2015». Т.1. – М.: РУДН, 2015. – С. 145-150.

5. *Чинакал В.О.* Проектирование виртуальных анализаторов с использованием альтернативных моделей / Труды 17 международной научно-практической конференции CAD/CAM/PDM – 2017 «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами

жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2017, Москва)». – М.: ИПУ РАН, 2017. – С. 364-357.

6. Дж. Бокс, Г. Дженкинс. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: МИР, 1974. – Выпуск 1 – 406 с. Выпуск 2– 197 с.

7. Гребенюк Е.А., Ицкович Э.Л. Повышение точности оценки значений текущих качественных показателей по их дискретным лабораторным анализам с использованием алгоритмов экстраполяции // Автоматизация в промышленности. – 2016. – №8. – С. 4-9.
