

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МОНИТОРИНГА СЛОЖНЫМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Чинакал В.О.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65
chinakal@ipu.ru, chinakal-slava@yandex.ru*

Аннотация: Рассматриваются основные концептуальные вопросы создания перспективных систем усовершенствованного мониторинга (AMS - Advanced Monitoring System) состояния сложных промышленных объектов в классе непрерывных производств. Разработанная структура AMS обеспечивает комплексную обработку измеряемой и технологической информации об объекте с использованием интеллектуальных методов анализа данных, прогнозирования и ретроспективного оценивания.

Ключевые слова: усовершенствованный мониторинг, технологические процессы, интеллектуальные методы, прогнозирование, ретроспективный анализ.

Введение

Совершенствование систем мониторинга сложных крупнотоннажных промышленных объектов (СПО) в классе непрерывных и непрерывно-дискретных технологических производств (нефтехимия, нефтепереработка, строительные материалы и др.) является чрезвычайно актуальной задачей [1]. Применительно к данному классу СПО в данной работе разрабатывается концепция построения систем усовершенствованного мониторинга - AMS (Advanced Monitoring System), как развитие подхода, предложенного в [2]. Разработка эффективных AMS-систем и их промышленное применение рассматривается в качестве общего источника проверенных оперативных и интегрированных данных для использования и в традиционных АСУТП, и в системах усовершенствованного управления непрерывными технологическими процессами (ТП) (APC-системы [3]), и в диспетчерских (MES) системах [1]. При этом необходимо учитывать целый ряд характерных особенностей и разнообразных ограничений, свойственных многим производствам данного типа (измерения часто одновременные, запаздывающие, редкие и разной точности, наличие взаимного влияния параметров, сложность описания динамических процессов, не стационарность процессов, различные виды неопределенности и т. п.) [4].

Наличие единой системы AMS позволит в дополнение к традиционным методам оценивания параметров ТП [5] использовать современные методы интеллектуального анализа оперативных данных [6,7], 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. В итоге применение AMS может существенно повысить общую эффективность управления СПО для данного класса производств.

В докладе наиболее подробно рассмотрены следующие вопросы:

- основные требования к проектированию AMS с учетом специфических особенностей задач контроля и управления в данном классе непрерывных ТП;
- концепция построения AMS с различными вариантами структуры при применении традиционных систем управления и систем APC в АСУТП;

- особенности применения интеллектуальных методов и прогнозирования для получения необходимой дополнительной информации при выборе вариантов текущих моделей, алгоритмов оценивания и управления работой AMS.

1 Основные требования к проектированию AMS

Основные требования к проектированию эффективной системы мониторинга типовых СПО рассматриваются с учетом основного назначения AMS, условий использования системы и фактических проблем в оперативном оценивании состояния таких объектов. Основное назначения AMS – своевременное обеспечение всех систем управления СПО надежными оценками текущих и прогнозируемых значений ключевых (контролируемых, регулируемых и вычисляемых) параметров ТП (КП), а также формированием сигналов (алармов) при выходе значений этих параметров за допустимые пределы. Кроме формирования оперативных данных AMS накапливает данные для оценки состояния технологических агрегатов с учетом различных скоростей дрейфа КП этих агрегатов, а также формирует соответствующие алармы. Это позволяет своевременно обнаруживать критические уровни изменения эффективности работы агрегатов.

В работе обсуждаются возможности использования ряда моделей типовых ТП для оценки КП в зависимости от различных причин. Чаще всего такие изменения возникают вследствие резких технологических воздействий или в результате постепенного износа, коррозии, процессов старения, формирования различных отложений, физических и химических воздействий и т.п. Изменения состояния агрегатов могут проявляться в виде изменений соответствующих измеряемых значений как количественных, так и качественных показателей.

Одной из характерных особенностей контроля большей части качественных показателей ТП СПО является большое запаздывание (4,8 и более часов) из-за использования лабораторных методов контроля КП потоков и резервуаров. Это значительно снижает эффективность использования традиционных алгоритмов контроля и управления на базе типовых регуляторов, а применение поточных анализаторов ККП связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами [1].

В связи с этим в промышленности получило распространение использование так называемых виртуальных анализаторов (ВА), построенных на базе косвенных регрессионных моделей и используемых, в частности, в усовершенствованных системах управления – APC [1,3]. При построении и корректировке параметров модели ВА используются методы текущего регрессионного анализа, а в APC методы предикторного управления [3]. 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 точность оценки параметров технологических потоков с помощью ВА значительно уменьшается. В связи с этим в работе предлагается обеспечить с помощью AMS выбор и настройку виртуальных анализаторов с использованием альтернативных моделей [8]. Начальные и адаптируемые значения параметров этих моделей выбираются и корректируются на основе анализа всей имеющейся информации. Выбор применяемых методов текущей регрессии и начальных параметров производится с использованием продукционных правил, автоматически учитывающих конкретную ситуацию с типом сырья, текущие оценки его качества, заданные режимы работы установки и фактические возможности систем измерения [6,7].

2 Концепция построения AMS

Обсуждается концепция построения AMS, ориентированная на обеспечение эффективной работы современных систем автоматизированного управления распределенными СПО на различных уровнях контроля и управления. Рассматриваются основные задачи и различные варианты структур AMS, позволяющие максимально использовать всю имеющуюся измеряемую и технологическую информацию. Комплексная обработка этой информации включает:

- оперативное оценивание текущего состояния всех установок объекта управления и соответствующих им ключевых параметров технологических процессов;
- прогноз возможных изменений текущих состояний и параметров на различные интервалы времени в сочетании с ретроспективным анализом данных (для определения значений «скользящих» окон) и автоматическим анализом ситуаций;
- автоматический анализ тенденций развития ситуаций с последующим выявлением на ранней стадии симптомов развития нештатных и аварийных ситуаций, сравнение эффективности применения различных моделей ВА и предикторных моделей в APC.

Обсуждаются основные этапы последовательной разработки AMS:

- Формируется структура базы данных AMS и собираются архивные данные работы установок СПО;
- -Обрабатываются архивные данные измерений параметров ТП СПО и строятся обобщенные оценки параметров различных косвенных моделей с учетом возможных диапазонов изменений параметров сырья, выходных продуктов установок и технологических требований по режимам работы установок и требованиям к выпуску продукции;
- Решается задача классификации типовых ситуаций по сочетаниям основных видов перерабатываемого сырья, соответствующих средних и граничных режимов работы установок и требований по выпуску продукции;
- Формируется библиотека стандартных алгоритмов оценивания параметров различных моделей;
- Программируется нестандартное прикладное программное обеспечение;
- Формируются производственные правила для распределенных баз знаний (БЗ), предназначенных для выбора: моделей ВА и АРС на основе классификации типовых ситуаций; моделей изменения качества сырья; алгоритмов оценивания параметров моделей и сравнения их эффективности, а также для эффективного управления работой AMS;
- Строятся начальные базы знаний, построенные на базе производственных правил. БЗ используется оперативного выбора типа моделей для различных параметров ТП и алгоритмов обработки данных.
- Формируется полномасштабная имитационная модель, на которой выполняется проверка эффективности работы алгоритмов AMS для заданных типовых ситуаций и построенных моделей изменения параметров сырья, ТП и режимов работы установки;
- Определяются индикаторы (симптомы) раннего обнаружения изменения ключевых характеристик сырья и параметров продуктов с использованием методов имитационного моделирования различных ситуаций;
- В случае необходимости уточняются параметры БЗ и проводится повторное моделирование тех типовых ситуаций, для которых были обнаружены ошибочные оценки параметров ТП или ситуаций.

Заключение

Разработка эффективных AMS-систем и их промышленное применение в качестве основного источника оперативных данных как для традиционных АСУТП, так и, особенно, для систем усовершенствованного управления непрерывными ТП (АРС- системы [1]) позволит существенно повысить общую эффективность использования комплекса AMS+АРС для этого класса производств.

Литература

1. Ицкович Э.Л. Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей. М.: КРАСАНД, 2013. 232 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, стр.438-440.
3. Ицкович Э.Л., Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В. Усовершенствованное управление технологическими процессами (АРС): 10 лет в России // Автоматизация в промышленности. 2013. №1. с. 12-19.
4. Чинакал В.О. Проблемы проектирования подсистем оперативного оценивания состояния сложных промышленных объектов. // Материалы 15ой международной конференции CAD/ CAM/ PDM – 2015 «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта». М.: ИПУ РАН, 2015, стр. 71 -73.
5. Дж. Бокс, Г. Дженкинс. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Выпуски 1, 2. — М.: МИР. 1974, 406 с. и 197 с.
6. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2ое изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.
6. Чинакал В.О. Применение интеллектуальных средств в системе мониторинга распределенного промышленного объекта. // Материалы пятой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD'2011 — М.: ИПУ РАН, 2011, стр.386-389.
7. Чинакал В.О. Проектирование виртуальных анализаторов с использованием альтернативных моделей. // 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, стр.364-367.