

Об одном подходе к мониторингу непрерывных технологических процессов

*В.О. Чинакал,
в.н.с., к.т.н., доц., chinakal@ipu.ru,
ИПУ РАН, г. Москва*

Рассматриваются возможности улучшения системы технологического мониторинга параметров непрерывных производственных процессов промышленного объекта. Предлагается эволюционный подход к выбору и оценке параметров альтернативных моделей процессов на базе интеллектуальных методов и стандартных алгоритмов обработки данных в реальном времени.

The possibilities of improvement of system of technological monitoring of parameters of continuous productions of an industrial facility are considered. Evolutionary approach to the choice and assessment of parameters of alternative models of processes on the basis of intellectual methods and standard algorithms of data processing in real time is offered.

Введение

Применительно к проектированию системы мониторинга (СМ) ключевых параметров (КП) непрерывных технологических процессов на сложном промышленном объекте (СПО) рассмотрены возможности повышения на эффективности создаваемых систем с использованием эволюционного подхода. Подход разработан на базе анализа в [1] основных проблем и требований, которые необходимо учитывать при проектировании и промышленном применении типовых адаптивных алгоритмов оперативного оценивания состояния СПО. Основная идея подхода состоит в методике эволюционного выбора и динамической настройки параметров алгоритмов идентификации, оперативной оценке текущих реальных статистических характеристик контролируемых потоков и определении параметров каждого оцениваемого КП на основании взвешенного прогноза значений одновременных оценок данного параметра с использованием набора базовых альтернативных адаптивных моделей,

Для реализации разработанного подхода предлагается наряду с типовыми алгоритмами статистического оценивания КП [2] использовать интеллектуальные методы и методы моделирования [3,4], позволяющие автоматизировать оценки возможных технологических ситуаций, организации настройки параметров используемых алгоритмов по результатам измерений, прогноза и ретроспективного анализа изменений оценок КП. Возможности разработанного подхода к проектированию СМ иллюстрируются на примерах обработки оперативных данных установки первичной переработки нефти (АВТ).

Основные технологические особенности мониторинга КП СПО

Одной из характерных особенностей непрерывных технологических процессов сложных промышленных объектов является необходимость одновременного учета и оценки для каждого технологического агрегата не полностью контролируемых изменений параметров сырья и фактических характеристик внутреннего состояния технологических агрегатов. В связи с этим необходимо использовать весь комплекс имеющейся априорной и оперативной информации о предполагаемых параметрах сырья, состоянии агрегата и параметрах промежуточных и выходных потоков агрегатов с учетом заданных требований и ограничений на характеристики выходных потоков агрегатов. Фактически необходимо одновременно оценивать параметры адаптируемых моделей изменения параметров сырья и модели установок для оценки качества выходных потоков. И, конечно, выбор и изменение режимов управления агрегатами производится с учетом заданного оперативного критерия выполнения сменного задания (выпуск определенного вида продукта с ограничениями по количественным и качественным показателям).

Следующей характерной особенностью контроля качественных показателей является большое запаздывание (4 и более часов) в лабораторных анализах (ЛА) при определении ключевых качественных показателей потоков СПО. Это значительно снижает эффективность применения обычных алгоритмов контроля и управления на базе типовых регуляторов. Использование поточных анализаторов (ПА) обычно ограничивается их недостаточным количеством и значительными затратами на их обслуживание. В связи с чем в последние годы значительно возросло применение вычисляемых оценок не измеряемых параметров потоков с использованием косвенных моделей и разрабатываемых для этих целей моделей виртуальных анализаторов (ВА). Однако применение в ВА упрощенных моделей ограничивает их применение при существенных изменениях сырья и режимов работы агрегатов. Тем не менее, оценки параметров КП с использованием ЛА, ПА и ВА часто используются как в обычных, так и в системах усовершенствованного управления различными промышленными установками [5].

Использование эволюционного подхода при создании СМ КП позволяет повысить точность оценивания ключевых параметров. Для повышения эффективности работы СМ КП используются методы последовательного пересчета полученных ранее оперативных прогнозных оценок параметров по различным моделям на базе методов прямого прогноза, ретроспективного анализа моментов изменения свойств временных рядов, моделирования, а также интеллектуального анализа оперативных данных и результатов их оценки [3,4].

В соответствии с таким подходом текущие оценки КП определяются и корректируются с учетом значений весов различных моделей. Динамическое формирование весов моделей происходит с учетом корректировки параметров моделей и постоянного уточнения реальных статистических характеристик различных КП. Формирование текущих и интегральных оценок КП и эффективности соответствующих рабочих алгоритмов происходит на основе использования многошаговых алгоритмов прогноза на различные моменты времени по методу скользящего окна [3]. На рис. 1 иллюстрируется работа подсистемы прогнозирования СМ с использованием динамической оценки длины плавающего окна и изменения соответствующих весов моделей. Модель 1 - стабилизация среднего значения

(красная линия) и модель - 2, оценивающая возможное увеличение неуправляемого ПК при работе системы (черная линия) при различной длине окна. При этом учитываются результаты построения текущих доверительных интервалов, построенных на основе обработки измерений косвенных параметров, оценок ошибок прогноза изменений КП и данных фактических лабораторных измерений, поступающих с большой дискретностью и задержкой по времени.

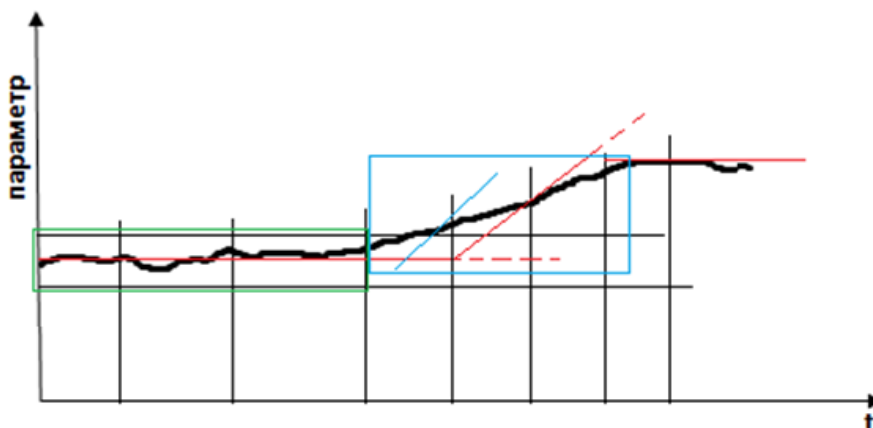


рис. 1 Работа системы прогнозирования с плавающим окном и выбор текущей модели работы системы с учётом разной длины окна

Для обеспечения эффективной работы СМ с использованием методов эволюционного оценивания КП необходимо учитывать следующие типы данных:

1. паспортные данные основных базовых показателей сырья;
2. заданные требования на качественные и количественные характеристики выпускаемых выходных продуктов или полупродуктов (по всем агрегатам);
3. рекомендуемые технологами режимы работы агрегатов и оперативные критерии;
4. начальные значения параметров настройки диапазонов средств измерения и регулирования;
5. приоритеты источников данных, используемых при оценке КП;
6. начальные наборы альтернативных моделей, рекомендуемых для оперативной оценки КП;
7. наборы и параметры алгоритмов, используемых для оценивания по каждому КП.

Основные этапы работы СМ

Рассмотрим вариант построения эволюционной системы мониторинга (ЭСМ). ЭСМ реализует методы периодического уточняемого прогноза оценок параметров альтернативных моделей с учетом дополнительной информации, получаемой при логическом анализе результатов измерений параметров сырья и режимных параметров. Для получения дополнительной информации используются методы углубленного логического анализа имеющихся оперативных данных и результатов предыдущих этапов анализа и прогноза качества сырья и состояния объекта.

На рис.2 представлена укрупнённая схема работы системы эволюционного мониторинга при формировании сменного задания на выпуск некоторой продукции.

Информация обо всех типах данных и результаты мониторинга работы СПО при заданных различных режимах и типах сырья хранятся в базе данных (БД),

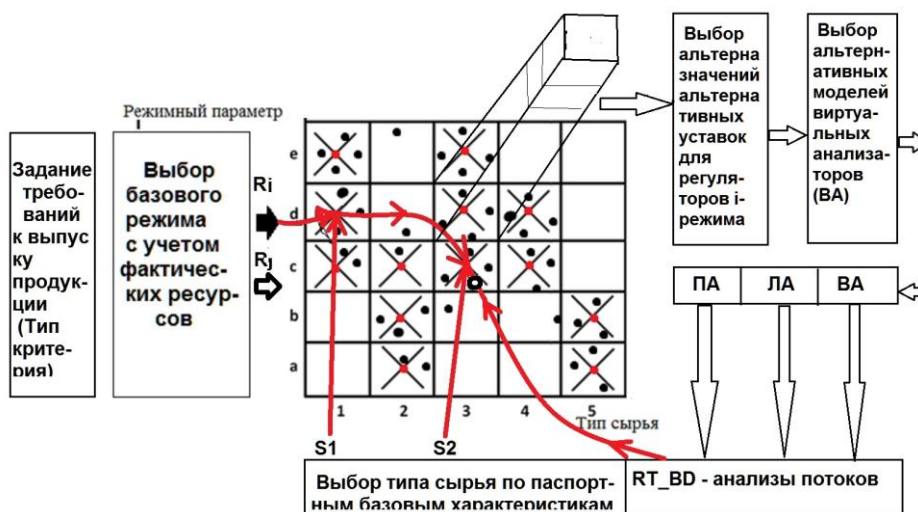


рис.2. Укрупнённая схема основных этапов работы ЭСМ

1 этап. Все исходные данные типа 1-7 заносятся в БД в качестве исходной информации и хранится в виде некоторого многомерного куба данных. Условно на рис.1 изображена начальная область данных «d-1». При этом задается тип сырья (S1) с использованием ограниченного набора базовых характеристик и требований. Например, для установок первичной переработки нефти (АВТ) тип сырья оценивается системой индексов [6,7], формируемых с учетом марки сырья, приведенной плотности и содержания различных фракций. В зависимости от

типа критерия (требований к выпуску продукции) выбирается начальный режим работы установки (R_i). В области «d1» БД накапливаются все результаты мониторинга работы установки для заданного типа сырья и режимов работы.

2 этап. По выборочным реализациям режимов работы установки и типа сырья формируется усредненные (обобщенные) оценки качественных и количественных показателей потоков и настроек аппаратно-программных средств, включая настройки параметров систем контроля и управления для начала работы. Аналогично формируются данные в БД для других сочетаний типов сырья и критериев.

3 этап. На установке начинается реализация среднего режима области «d1».

4 этап. Если установка находится в области «d-1», но изменился тип сырья и/или требования (например, режим R_j и сырье S_2), то необходимо перевести работу установки в другую область, (например, в «с-3»). В этом случае определяется последовательность ускоренного перехода в область «с-3», по траектории, формируемой на основе данных усредненных режимов пересекаемых областей. При формировании уставок регуляторов на траектории используется сплайновая аппроксимация. При достижении заданной области переход к этапу 5.

5 этап. В зависимости от близости фактических значений базовых показателей сырья к усредненным значениям данной области могут выбираться и корректироваться рабочие значения уставок регуляторов и наборов моделей для виртуальных анализаторов (ВА).

6 этап. Результаты текущих измерений от ЛА, ПА и ВА поступают в базу данных реального времени (RT_BD) ЭСМ, используются при оценке параметров КП потоков, прогнозов, логического анализа данных, корректировки моделей и параметров ВА, включая корректировки размеров скользящих окон в текущих моделях АРПСС.

Заключение

Реализация эволюционных методов при проектировании систем технологического мониторинга и применении СМ в производственных условиях позволит повысить эффективность работы систем управления технологическими процессами, снизить затраты на проведение лабораторных измерений без увеличения числа поточных анализаторов.

Литература

1. Чинакал В.О. Проблемы проектирования подсистем оперативного оценивания состояния сложных промышленных объектов. Труды 15-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2015)». – М.: ООО «Аналитик». 2015. стр. 71-73.
2. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М.: МИР, 1980, 456 с.
3. Чинакал В.О. Применение интеллектуальных методов и моделирования в задачах анализа и прогноза состояния промышленных объектов. Труды 15-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2015)». – М.: ООО «Аналитик». 2015. стр. 74-77.
4. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта — М.: Горячая линия-Телеком, 2010. — 520 с.
5. Дозорцев В.М., Ицкович Э.Л., Кнеллер Д.В. Усовершенствованное управление технологическими процессами (АРС): 10 лет в России. Автоматизация в промышленности. №1, 2013, стр. 12-19.
6. Хохлов А.С., Демиденко К.А., Моделирование качества и ценности нефти. Наука и технология углеводородов. □М, № 1,2000
7. Ефитов Г.Л., Зенков В.В., Хохлов А.С. Автоматизированный контроль качества потоков на химико-технологических предприятиях. - Промышленные АСУ. Контроллеры, 1999.