

**Кравченко В.П., Кравченко Е.В.**

*(ФТИМС НАН України, МНУЦИТС НАН и МОН України, г. Киев)*

**ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДАМИ  
ИНДУКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**E-mail: [v\\_krav@i.com.ua](mailto:v_krav@i.com.ua)**

Оперативный мониторинг процессов литейного производства позволяет в режиме реального времени отслеживать и объективно документировать качество выполнения последовательности технологических операций литья. В процессе литья длительному мониторингу подлежат физико-химические параметры процессов литья, параметры газодинамических потоков, необходимых для охлаждения отливок, теплофизические параметры отливок и другие показатели. Кроме того, актуальной проблемой мониторинга качества литейного производства является определение и отображение состояний процессов литья на экранах мониторов компьютерных систем. Поэтому важной проблемой является разработка математических методов оперативного анализа данных мониторинга и определения информационных состояний объектов мониторинга в литейном производстве.

В процессе дистанционного мониторинга состояния технологического оборудования литейного производства, параметров технологических процессов литья результатами измерений являются показатели измерительных приборов (результаты измерений), отсчеты измерительных сигналов, как то, выходные данные датчиков, сенсоров и т.п. Таким образом, состояния объектов и процессов литейного производства, изменение этих состояний будет отображено в изменениях показателей измерительных приборов и показателей сигналов, подлежащих контролю.

В связи с этим, создание информационных систем мониторинга технологических процессов является назревшей задачей для литейных цехов. Рассмотрим задачу по разработке математических моделей анализа и обработки результатов мониторинга параметров технологических процессов и состояний объектов цеха литья. Рассмотрим мониторинг как процесс, при котором в реальном времени оператор может контролировать численные значения параметров работы оборудования и всех этапов технологического процесса.

В ходе проведения мониторинга технологических процессов важной задачей является устранение высокочастотных составляющих контролируемых сигналов. Эффективная фильтрация высокочастотных помех достигается путем программной реализации цифрового низкочастотного фильтра, обеспечивающего минимальные искажения исходных сигналов. Примером такого фильтра может быть нерекурсивное модулирование сигналов нижних частот, выполняющее параболическое сглаживание с помощью приближения по методу наименьших квадратов. В связи с этим, рассматривается алгоритм аппроксимации отсчетов технологических сигналов параболой  $n$ -го порядка методом наименьших квадратов, позволяющий организовать предварительную обработку сигналов с минимальными искажениями. Для этого предлагается использовать выражения нелинейной аппроксимации цифровых отсчетов снимаемых сигналов, полиномами второго порядка, требующими минимум вычислительных затрат.

При исследовании производственных процессов в результате аналого-цифрового преобразования технологических сигналов на выходе преобразователя получаем две функционально-связные величины:  $y$  – функция отсчета сигнала и  $x$  – аргумент (отсчет, соответствующий заданной частоте опроса сигнала). Для этих величин известны  $n$  пар двумерных значений процесса преобразования сигнала  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_i, y_i), \dots, (x_n, y_n)$ . Задавая некоторую функцию,  $y = F(x, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m)$ , ставится задача определить  $m$  параметров  $a_i, (i = m < n)$  таким образом, чтобы они давали наилучшее приближение

функції  $y = F(x, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m)$  к значениям снимаемой функции отсчета сигналов  $y(x)$ . Показано, что метод наименьших квадратов приводит к оценкам с наименьшими возможными дисперсиями, что не требует никаких предположений относительно самого вида распределения отсчетов контролируемых и обрабатываемых сигналов.