

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Федоровой Эльмиры Рафаэлевны «Распределение питающего потока между параллельными сгустителями при управлении технологическим переделом сгущения и промывки красных шламов глиноземного производства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)

Работа Федоровой Э.Р. посвящена актуальной задаче, а именно, повышению эффективности сгущения красного шлама за счет управления параллельно работающими сгустителями. Комплексная система управления веткой сгущения на глиноземных заводах в настоящее время отсутствует. Существующие системы управления представлены алгоритмами с различными вариантами контуров регулирования, они имеют свои плюсы и минусы, например, каскадная система управления уменьшает время регулирования, снижает колебательность переходных процессов, но многосвязность параметров объекта управления создает дополнительные трудности для управления сгустителем.

В работе использовался комплексный подход, включающий метод статистической обработки данных, экспериментальные исследования и моделирование процесса сгущения с помощью программ Excel Population Balance Model, MatLab, ANSYS Fluent.

В работе предложен способ управления на базе предиктивного контроля (MPC – Model Predictive Control) для каждого сгустителя в отдельности и подбор оптимальных значений объемных расходов питающей пульпы на каждый из параллельных сгустителей с помощью алгоритма клонального отбора, относящегося к классу алгоритмов искусственной иммунной системы.

Автор предлагает использовать в управлении по прогнозированию обобщенную математическую модель, состоящую из подмоделей зон флокуляции, стесненного осаждения и уплотнения осадка, осветления. Результаты моделирования показывают высокую сходимость модели в сравнении с производственными данными. Также необходимо отметить, что предложенная система управления содержит «тренер» (offline trainer), который позволяет переобучать/дообучать в режиме оффлайн модели объекта управления, например, при изменении характеристик пульпы.

Алгоритм искусственной иммунной системы, реализованный для решения задачи распределения потока пульпы на ветке сгущения, по завершении поиска выдает оптимальные управляющие воздействия по расходу пульпы существующим локальным системам управления сгустителями и MPC регулятором в качестве известных возмущений. Данный подход оригинальный и не использовался ранее применительно к исследуемому процессу.

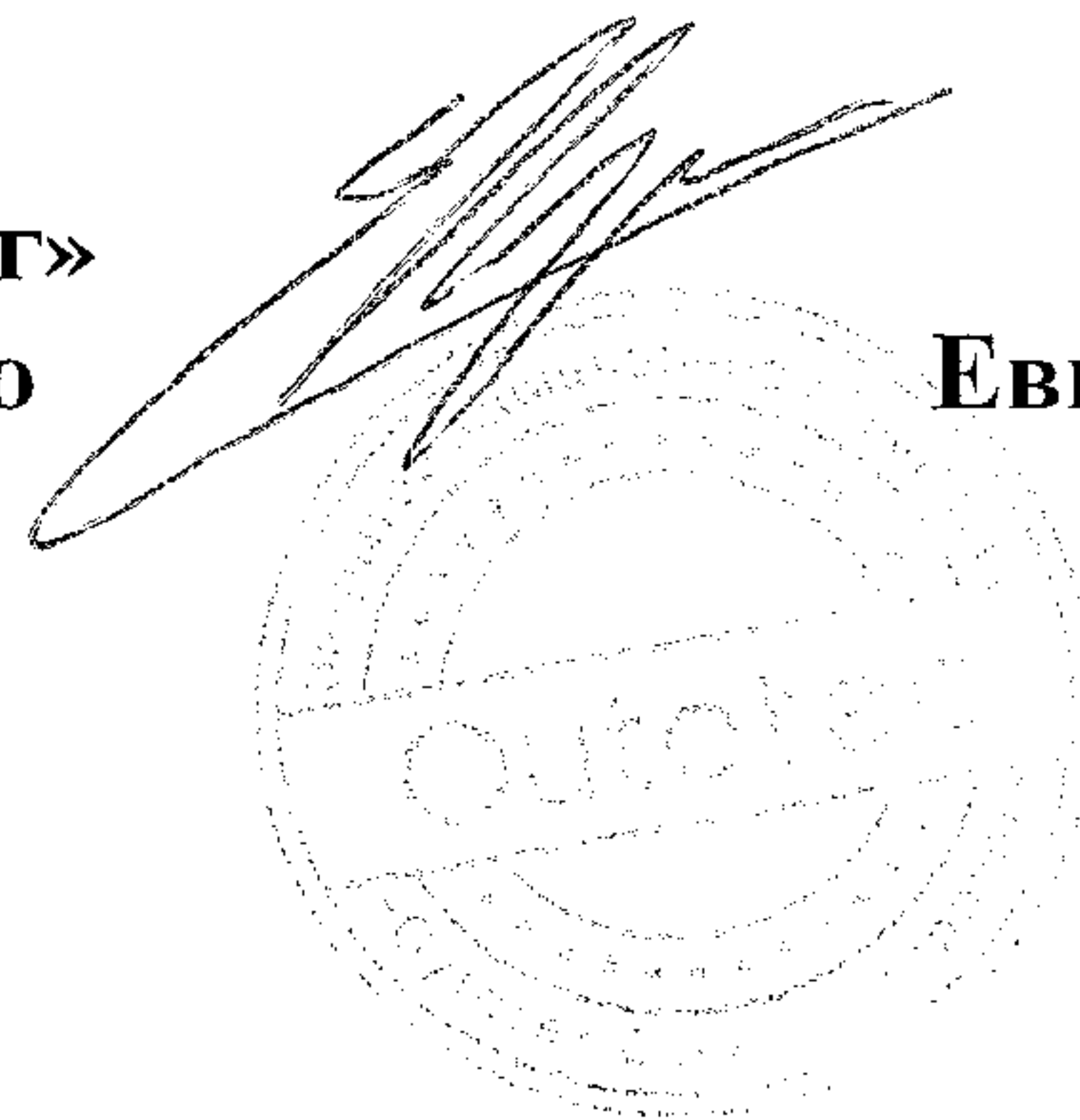
Комплексная система управления веткой сгущения реализована в программном продукте GE Proficy Csense, что подтверждает практическую значимость. Сертифицированное программное обеспечение позволяет легко и быстро внедрять полученные алгоритмы в действующий производственный процесс.

Замечанием к данной работе является отсутствие в автореферате описания настроек MPC регулятора при его интеграции в систему автоматизированного управления.

Указанное замечание не является критичным и не снижает ценности выполненных исследований. Работа Федоровой Э.Р. полезна в практическом и методическом плане. Основные результаты работы освещены в опубликованных работах и апробированы на конференциях различного уровня. Автореферат полностью передает содержание диссертационной работы. На основании этого можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа «Распределение питающего потока между

параллельными сгустителями при управлении технологическим переделом сгущения и промывки красных шламов глиноземного производства» полностью отвечает требованиям ВАК, заслуживает положительной оценки, содержит необходимые квалификационные признаки, соответствующие п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.). Автор Федорова Эльмира Рафаэлевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

**ЗАО «Оутотек Санкт-Петербург»  
Руководитель технологического  
направления,  
кандидат технических наук**



**Жмарин  
Евгений Евгеньевич**

«16 июня» 2017 г.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, В.О., 7-я линия, д. 76, лит. А  
ЗАО «Оутотек Санкт-Петербург»  
Телефон: +7 (812) 3325572 доб.1127  
Факс: +7 (812) 3325573  
E-mail: Evgeny.zhmarin@outotec.com