

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Инженерная школа ядерных технологий

Отделение ядерно-топливного цикла

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Система автоматизированного управления установкой электроэрозионной очистки воды на основе прогнозирующей модели

УДК 681.51.015.26:628.33

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A5-38	Надеждин Игорь Сергеевич		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ	Ливенцов Сергей Николаевич	д.т.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЯТЦ	Горюнов Алексей Германович	д.т.н., доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЯТЦ	Горюнов Алексей Германович	д.т.н., доцент		

АННОТАЦИЯ К НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

«Система автоматизированного управления установкой электроэрозионной очистки воды на основе прогнозирующей модели»

Автор: Надеждин Игорь Сергеевич, аспирант гр. А5-38 ОЯТЦ ТПУ
Научный руководитель: Горюнов Алексей Германович, руководитель ОЯТЦ ТПУ

Разработка современных эффективных водоочистных установок является актуальной задачей. Настоящая научно-квалификационная работа посвящена повышению эффективности химико-технологического процесса, протекающего в электроэрозионной водоочистной установке, за счет применения автоматизированной системы управления на базе прогнозирующей модели.

Теоретическая значимость работы заключается в расширении области использования метода клеточных автоматов для моделирования процесса распространения электрических разрядов между металлическими шариками в водном растворе, а также в развитии принципа управления химико-технологическими процессами с применением адаптивной прогнозирующей модели процесса.

Практическая значимость научно-квалификационной работы состоит в том, что полученные в работе результаты нашли свое применение в производственном процессе. В частности, разработанные алгоритмы управления были внедрены в автоматизированную систему управления электроэрозионной водоочистной установкой, применяемой на ООО «Томская комплексная геологоразведочная экспедиция», о чем свидетельствует соответствующий акт о внедрении. А наработки в области измерительных преобразователей на базе оптических измерительных систем будут использованы для производства новых приборов на базе ОАО «Манотомь», о чем также свидетельствует соответствующий акт о внедрении.

Материалы научно-квалификационной работы были представлены и обсуждены на научно-технических конференциях и симпозиумах регионального, всероссийского и международного уровней: VII Международной научно-практической конференции «Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине» (Томск, 2015); 18-ой Международной конференции «Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction (PRES'15)» (Кучинг, Малайзия, 2015); Седьмой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015) (Москва, 2015); 24-ой Международной конференции «International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2016)» (Гонконг, КНР, 2016); 19-ой Международной конференции «Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction (PRES'16)» (Прага, Чешская Республика, 2016); 64-ой Международной молодежной научно-технической конференции «Молодежь. Наука. Инновации» (Владивосток, 2016); XXII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР – 2017» (Томск, 2017); 20-ой

Международной конференции «Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction (PRES'17)» (Тяньцзинь, КНР, 2017); Восьмой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2017) (Санкт-Петербург, 2017).

Основные положения научно-квалификационной работы опубликованы в 22 работах, включая 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК; 9 публикаций в изданиях, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science; 1 статью в издании, не относящемся к перечисленным выше; 1 патент на изобретение; 2 отчета о НИР; 6 тезисов докладов на международных конференциях.

Научно-квалификационная работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы из 152 наименований и трех приложений.

Во введении обосновывается актуальность работы, формулируются цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе был произведен анализ технологического процесса электроэрозионной очистки воды как объекта моделирования и управления. В ходе анализа были выделены основные стадии протекания процесса, определены входные и выходные переменные, а также взаимосвязи между ними.

Во второй главе, на основании сформулированных требований и принятых допущений, была разработана математическая модель электроэрозионного процесса водоочистки. Для разработки математической модели процесса был использован метод вероятностных клеточных автоматов. Адекватность разработанной математической модели процесса была проверена путем сопоставления экспериментальных данных с расчетными.

В третьей главе разработана автоматизированная система управления электроэрозионной водоочистной установкой. Разработанная система управления базируется на регуляторе с прогнозирующей моделью (Model Predictive Control – MPC). В основу MPC-регулятора была заложена упрощенная математическая модель электроэрозионного процесса водоочистки по каналу управления. Для ее разработки использовалась «полная» математическая модель, основанная на методе вероятностных клеточных автоматов и учитывающая динамику физико-химических процессов, протекающих в водоочистной установке. В качестве контрольно-измерительного устройства в системе управления был использован разработанный оптический датчик концентрации, принцип действия которого основан на законе Бугера-Ламберта-Бера.

В четвертой главе представлено описание практического применения результатов исследования. Обобщением результатов исследования является развитие принципа управления и оптимизации химико-технологических процессов с применением адаптивной прогнозирующей модели процесса. Разработанный принцип управления защищен патентом на изобретение РФ.

В заключении приведены основные выводы и результаты научно-квалификационной работы.