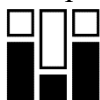


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«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  |
|--|
| <b>Система автоматизированного управления трехзонной печью</b> |

УДК 621.783.2-52

Аспирант

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| A5-38  | Шешенин Максим Андреевич |         |      |

Руководителя профиля подготовки

| Должность      | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ОЯТЦ | Ливенцов Сергей<br>Николаевич | д.т.н.,<br>профессор      |         |      |

Руководитель отделения

| Должность         | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ОЯТЦ | Горюнов Алексей<br>Германович | к.т.н., доцент            |         |      |

Научный руководитель

| Должность         | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ОЯТЦ | Горюнов Алексей<br>Германович | д.т.н., доцент            |         |      |

## АННОТАЦИЯ К НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

«Система автоматизированного управления трехзонной печью»

*Автор: Шешенин Максим Андреевич, аспирант гр. А5-38 ОЯТЦ ТПУ*

*Научный руководитель: Горюнов Алексей Германович, руководитель ОЯТЦ ТПУ*

Настоящая научно-квалификационная работа посвящена разработке системы автоматического управления трехзонной печи применяемой в контроле герметичности оболочек тепловыделяющих элементов для реактора БН-800.

Актуальность работы. Современный рынок требует от производств всё большей производительности при минимальных издержках, в частности для производств атомной промышленности требуется снижение производственных издержек с обеспечением безопасности технологических процессов. Выполнить данные требования затруднительно без построения и изучения математических моделей объектов и автоматизации производств с применением современных технических средств. На примере уже введённой в производство установки контроля герметичности сварных соединений твэлов для БН-800 актуально построить математическую модель печи с последующим решением задач автоматизации и оптимизации.

Целью работы являются создание автоматизированной системы управления трехзонной печью установки контроля герметичности сварных соединений твэлов реактора БН-800, обеспечивающая снижение затрат электроэнергии и повышающая безопасность технологического процесса.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ печи установки контроля герметичности сварных соединений как объекта управления;
- разработка имитационной модели объекта управления;
- разработка системы автоматического управления трехзонной печью;
- разработка программного обеспечения средств управления и визуализации и его внедрения на производстве.

### **Теоретическая значимость.**

Предложенные подходы к моделированию многозонных печей обладают теоретической значимостью для исследования систем управления аппаратами ядерно-безопасного исполнения новых процессов фабрикации ядерного топлива для реакторов на быстрых нейтронах.

### **Практическая ценность.**

Разработана имитационная модель в программной среде Simulink/MATLAB. Модель позволяет проверять качество переходных процессов при различных возмущающих воздействиях и изменениях характеристик оборудования, что сокращает время при проведении натурных экспериментов.

Выбран и обоснован режим работы печи для стабилизации заданных технологических параметров.

Предложен вариант работы печи с прогревом только основной зоны, что может значительно сократить затраты на электроэнергию. Так же применены

результаты настройки регулятора для текущего технологического режима для соблюдения требуемых значений температур внутри печи.

Даны рекомендации по будущей доработке системы загрузки печи.

**Научная новизна** работы заключается в разработке имитационной модели трехзонной печи, отличающейся от известных ядерно-безопасным исполнением и режимами работы, позволяющая синтезировать и исследовать системы автоматического управления при различных технологических режимах. Также разработана автоматизированная система управления новой трехзонной печью установки контроля герметичности сварных соединений твэлов реактора БН-800, обеспечивающая снижение затрат электроэнергии и повышающая безопасность технологического процесса.

**В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:**

Была проведена работа по определению существующих на данный момент способов анализа объекта управления и выбран метод «чёрного ящика».

С помощью инструментов MATLAB таких как System Identification Toolbox и Simulink была создана имитационная модель печи установки контроля герметичности сварных соединений твэлов изготавливаемых для реактора БН-800.

На основе разработанной имитационной модели была разработана автоматизированная система управления печью установки контроля сварных соединений твэлов.

Для системы управления печи были скорректированы параметры ПИД регуляторы при помощи инструментов MATLAB и применен режим нагрева с разными температурными уставками для зон.

В ходе работы был предложен вариант работы печи с одним нагревателем и рассмотрена проблематика грядущей доработки загрузочной системы печи, для которой необходима доработка полученной ранее имитационной модели.