



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Цифровые системы управления технологическими процессами атомных станций нового поколения

Институт: ИРИТ

зав. кафедрой «Вычислительные системы
и технологии», д.т.н., доцент

Жевнерчук Дмитрий Валерьевич

d.zhevnerchuk@nntu.ru

8(831)4368228



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Ключевые тематики

1. Технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления с обеспечением адаптивности;
2. Технологии синтеза и реконфигурирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций на АЭС;
3. Концепция и технологии обеспечения защищенности систем верхнего уровня (СВУ) АСУ ТП атомных электростанций от киберугроз.



Контроль направления движения



ARМ для натурномодельных испытаний вариантов реализации приемно-передающей аппаратуры



Иммерсивные технологии





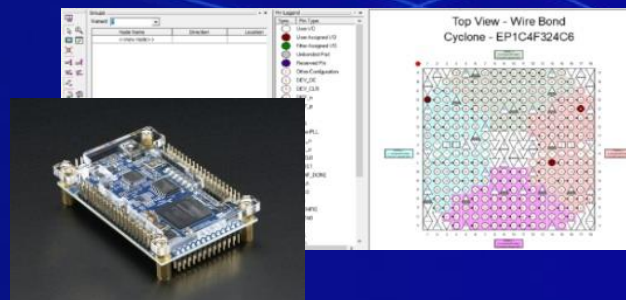
ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика № 1. Технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления с обеспечением адаптивности

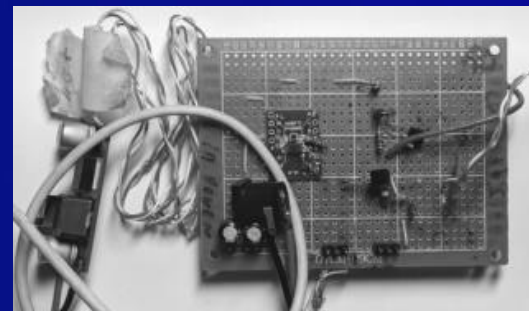
Решаемые проблемы: Проблема оптимального выбора управляющего воздействия АСУ технологическими процессами и/или техническими системами атомных станций в условиях их высокой сложности, изменчивости и априорной неопределенности внешних и внутренних воздействий на основе методов теории: цифрового управления многосвязными объектами, открытых информационных систем, технической диагностики, компьютерного зрения.

Задачи:

1. повышение степени детализации систем управления многокомпонентными системами;
2. преодоление априорной неопределенности внешних и внутренних воздействий на технические системы атомных станций;
3. обеспечение режима реального времени;
4. обеспечение адаптивности систем управления;
5. развитие методов теории:
 - цифрового управления многосвязными объектами;
 - технической диагностики;
 - открытых информационных систем;
 - компьютерного зрения.



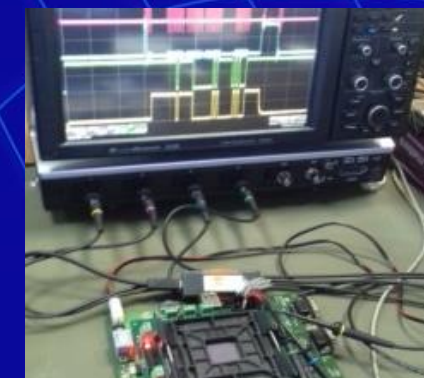
Устройства сопряжения и синхронизации на базе ПЛИС



Программно-аппаратный комплекс вибрационно-акустической диагностики



Системы компьютерного зрения



Стенд для поиска структурных дефектов бортовых вычислительных систем



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №2. Технологии синтеза и реконфигурирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций на АЭС

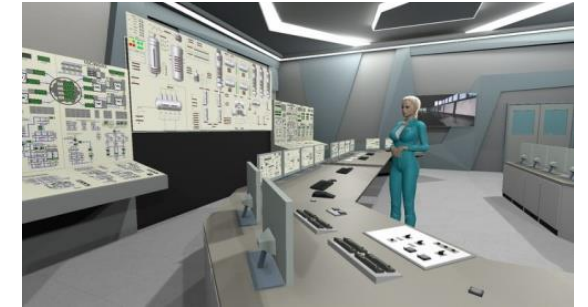
Решаемая проблема: Низкая степень масштабируемости и интероперабельности виртуальных тренажеров; Невозможность быстрой сборки тренажера с заданным перечнем ситуаций на конкретном оборудовании в рамках известных технологических процессов; Невозможность быстрой модернизации тренажеров для подготовки персонала АЭС к новым ситуациям на новом оборудовании, для внедрения новых режимов обучения и подготовки, в том числе с применением иммерсивных технологий и когнитивной графики.

Задачи:

1. разработка микросервисной архитектуры, методов и алгоритмов синтеза и реконфигурирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций АЭС;
2. создание инструментальных средств обеспечения технической и семантической интероперабельности аппаратно-программных комплексов виртуальных тренажеров;
3. создание технологий построения:
 - облачных сервисов на основе распределенных баз знаний о цифровых двойниках, компонентах тренажеров и имитационных моделях внештатных ситуаций на АЭС;
 - интерактивных модулей для виртуальных тренажеров на основе иммерсивных технологий и когнитивной графики.



Лаборатория
иммерсивных технологий



Виртуальные тренажеры
для обучения и отработки
внештатных ситуаций



Оборудование виртуальной реальности



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №3. Концепция и технологии обеспечения защищенности систем верхнего уровня (СВУ) автоматизированных систем управления технологическими процессами АЭС от киберугроз

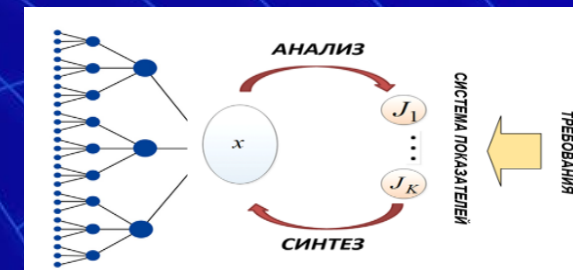
Решаемые проблемы: В случае серьезных отклонений технологических параметров срабатывает защита, приводящая к аварийной остановке блока и резкому переходному процессу, сопровождаемому глубокими изменениями. В таких условиях от операторов требуется внимание не только к технологическим аспектам, но и к безопасности. Это особенно важно, если существует угроза выхода параметров за пределы безопасной эксплуатации или за уставки срабатывания систем безопасности.

Задачи:

1. обеспечение поддержки принятия решений операторов в случае внештатных ситуаций на АЭС (СИПО);
2. создание математических моделей для оценки эффективности отдельных элементов ЧМИ с последующим созданием полунатурного стенда моделирования ЧМИ БПУ АЭС;
3. усовершенствование ЧМИ:
 - оптимизация использования человеческих и вычислительных ресурсов;
 - минимизация влияния различных видов воздействия (психологическое, шумовое, электромагнитное) на оператора;
 - создание оптимальных условий для высокоэффективной и безошибочной деятельности человека.



Система инженерной поддержки оператора (СИПО)



Подход к проектированию ЧМИ БПУ АЭС и формированию системно-технических решений



Переход к совершенному ЧМИ БПУ АЭС



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НИТУ

Материально-техническое оснащение

Шлемы виртуальной реальности:



HTC VIVE PRO

Разрешение экрана, пикс: 2880x1600
Частота обновления экрана, Гц: 90
Угол обзора, градусов: 110



HP Reverb G2

Разрешение экрана, пикс: 4320x2160
Частота обновления экрана, Гц: 90
Угол обзора, градусов: 114



Pico Neo 3 Pro

Разрешение экрана, пикс: 3664x1920
Частота обновления экрана, Гц: 90
Угол обзора, градусов: 98

ПО для разработки систем реального времени:

«Neutrino», «Neutrino - Э» защищенная ОС реального времени, обеспечивающая отказоустойчивое и предсказуемое управление ресурсами вычислительных средств (в том числе на базе платформы «Эльбрус»), управляющих физическим оборудованием или технологическими процессами.

Комплект разработчика СРВ:

- набор целевых компонентов, соответствующий ЗОСРВ «Нейтрино», «Нейтрино-Э», для платформ: x86, ARM, ARMv7, PowerPC, PowerPC SPE, MIPS BE, MIPS LE, Эльбрус;
- инструментарий на основе GCC, Binutils, GNU make и GDB, Qt Creator;
- поддержка: С до стандарта C11 включительно и С++ до стандарта C++17.



Отечественная аппаратная платформа:

Эльбрус 801-miniPC - терминал:
1 x Эльбрус-8С, 8 ядер, до 1200 МГц,
28нм, L3 cache 16MB



Взаимодействие с реальным сектором экономики

РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»



Исследование возможности построения моделей, методов и алгоритмов диагностирования многофункциональной бортовой вычислительной системы

РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»



Усовершенствование ЧМИ оператора БПУ АЭС. Анализ существующих решений и определение потенциальных направлений научно-технического развития

Результаты

1. Показана возможность построения базовых математических моделей и диагностических моделей МБВС-М для различных этапов жизненного цикла;
 2. Построены алгоритмы реконфигурирования отказоустойчивой вычислительной системы на основе инвариантно-группового подхода для многофункциональной вычислительной системы, разработанной филиалом.
 3. Даны рекомендации по реализации алгоритмов диагностирования в системном программном обеспечении МБВС-М.
-
1. Проведен анализ существующей нормативной документации.
 2. Выполнено исследование ЧМИ БПУ АЭС российского и зарубежного дизайна.
 3. Выработаны аспекты научно-технического развития ЧМИ БПУ АЭС, а также потенциальные направления исследований.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Опыт выполнения работ

Наименование работы: Усовершенствование ЧМИ оператора БПУ АЭС.

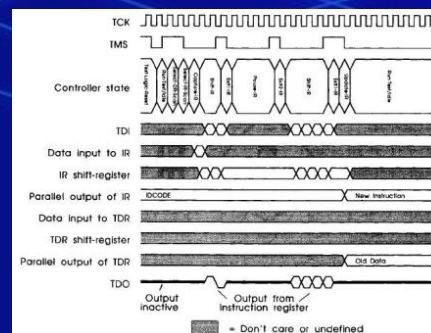
Анализ существующих решений и определение потенциальных направлений научно-технического развития.

Цель — построение моделей, методов и алгоритмов диагностирования малогабаритного варианта исполнения многофункциональной бортовой вычислительной системы (МБВС-М) 1У-33505.

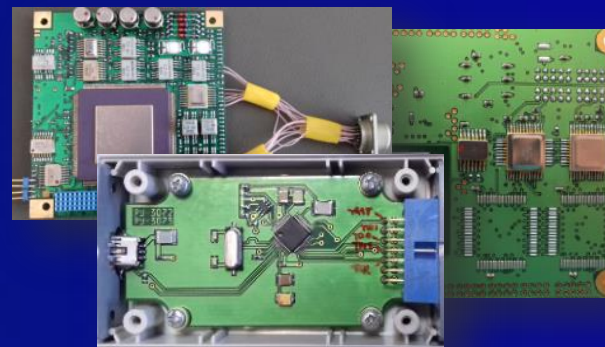
Задачи:

1. построение базовой математической и диагностической моделей МБВС-М;
2. разработка алгоритмов диагностирования МБВС-М по выбранным или разработанным методам.

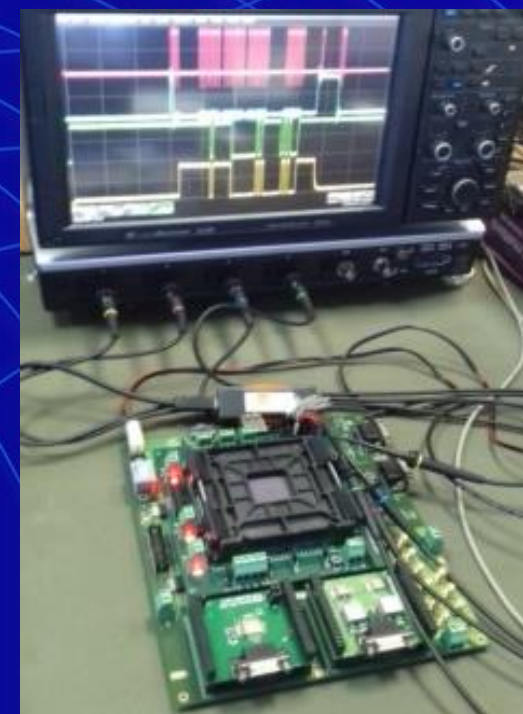
Результаты: Базовая модель электронных модулей МБВС в графо-матричном представлении и программа ее автоматической генерации по информации из списков соединений. Диагностическая модель электронных модулей МБВС на основе технологии граничного сканирования.



Временные диаграммы работы с регистром команд



Аппаратное обеспечение системы диагностики



Стенд для поиска структурных дефектов бортовых вычислительных систем



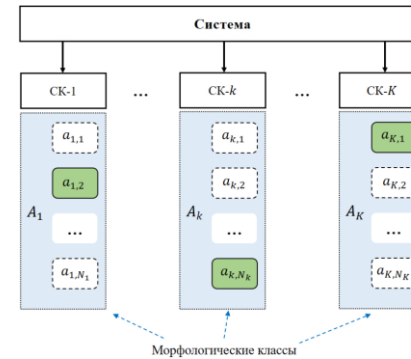
Наименование работы: Исследование возможности построения моделей, методов и алгоритмов диагностирования многофункциональной бортовой вычислительной системы.

Цель – обеспечение научного задела для разработки новых решений по созданию перспективных ЧМИ БПУ АЭС.

Задачи:

1. проведение анализа существующих решений в области ЧМИ БПУ АЭС российских и иностранных производителей;
2. определение направлений научных исследований в области ЧМИ БПУ АЭС.

Результаты: Проведен анализ существующей нормативной документации. Выполнено исследование ЧМИ БПУ АЭС российского и зарубежного дизайна. Выработаны аспекты научно-технического развития ЧМИ БПУ АЭС, а также потенциальные направления исследований.



Применение морфологического синтеза



Зал, оснащенный ЧМИ БПУ АЭС



Переход к совершенному ЧМИ БПУ АЭС



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Цифровые системы управления технологическими процессами атомных станций нового поколения

Спасибо за внимание!

зав. кафедрой «Вычислительные системы
и технологии», д.т.н., доцент

Жевнерчук Дмитрий Валерьевич

d.zhevnerchuk@nntu.ru

8(831)4368228



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П. Е. Алексеева