

- получение данных о результате работы расчетных алгоритмов;
- формирование данных для записи в БД и отображения на интерфейсе пользователя.

## ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ЛИНИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ СБОРОК

*Степанченко Е.К.<sup>1</sup>, Бельков А.М.<sup>1</sup>, Плетнёв А.О.<sup>1</sup>, Фейгин А.И.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель: Ливенцов С.Н., д.т.н., профессор*

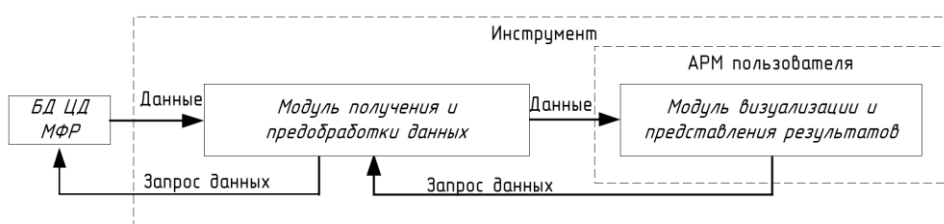
*<sup>1</sup>Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30*

*<sup>2</sup>АО «Прорыв», Россия, г. Москва, ул. Малая Красносельская д. 2/8  
E-mail: eks8@tpu.ru*

Модуль фабрикации и пусковой комплекс рефабрикации (МФР) является частью пристанционный ядерного топливного цикла опытно-демонстрационного энерго-комплекса (ПЯТЦ ОДЦ) с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-300 и одним из основных элементов замкнутого ядерного топливного цикла. В виду высокой экономической значимости проекта и его сложности, принято решение о создании Цифрового Двойника (ЦД), предоставляющего информацию для оптимизации производства, материальных и ресурсных затрат. В качестве элементов ЦД линии ТВС выступают инструменты построения циклограмм работы оборудования и анализа причин выпуска некачественной продукции.

Циклограммер – инструмент обработки (фильтрации, сортировки, расчета) и визуализации части данных, поступающих с реального производства, предоставляющий текущую и статистическую информацию о длительности пребывания элементов в различных состояниях за выбранный пользователем временной интервал.

Инструмент анализа причин выпуска некачественной продукции в свою очередь позволяет отследить нарушения контрольного параметра отбраковки продукции по ряду вспомогательных критериев. В результате анализа инструмент приводит возможную причину нарушения контрольного параметра, а также степень влияния причины на брак ТВС. Схема работы инструментов приведена на рисунке ниже.



Преимущество разработки состоит в универсальности применения инструмента построения циклограмм, а именно исключение необходимости корректировки алгоритмов расчета для различных линий МФР. Инструмент анализа причин выпуска некачественной продукции позволит выяснить причину нарушения контрольного параметра до непосредственной отбраковки продукции, что позволит снизить процентное соотношение общего количества брака линии ТВС за счет оперативного устранения выдвинутых инструментом причин. Инструменты оказывают существенную информационную поддержку оперативному персоналу за счет автоматизации процедур анализа и формирования отчетных документов.

## **РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА**

*Плетнев А.О.<sup>1</sup>, Сумин Г.В.<sup>1</sup>, Фейгин А.И.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель: Ливенцов С.Н., д.т.н., профессор,  
Егорова О.В., к.т.н., доцент*

*<sup>1</sup>Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30*

*<sup>2</sup>АО «Прорыв», Россия, г. Москва, ул. Малая Красносельская д. 2/8  
E-mail: aor1@tri.ru*

Цифровые двойники играют важную роль в современной индустрии, обеспечивая виртуальное представление физических объектов и процессов пользователю. Они способствуют более эффективному мониторингу, управлению и оптимизации, что является неотъемлемой частью цифровизации промышленности. Применение цифровых двойников в госкорпорации «Росатом» является важным этапом современных технологических инноваций в атомной промышленности. В рамках проекта «Прорыв» идет разработка инструментов, составляющих основу цифрового двойника, позволяющего обеспечить автоматизацию деятельности технологического персонала.

Программное обеспечение играет важную роль в создании устойчивых и эффективных цифровых двойников. Грамотно разработанная архитектура программного обеспечения обеспечивает масштабируемость, надежность и управляемость системы. При разработке цифровых двойников для закрытых предприятий важно учитывать такие вопросы, как защита данных, метод их передачи и разграничение доступа персонала к ресурсам.

Предлагаемое решение, представленное на рисунке, основано на клиент-серверной архитектуре, позволяющей «отделить» пользователя