

# Мониторинг и прогнозирование результатов работы транспортного комплекса предприятия

В.С. Кузьмин<sup>1</sup>, Д.В. Еленев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34, Самара, Россия, 443086

**Аннотация.** Моделирование технологического процесса осуществляются для автоматизированной системы транспортного комплекса атомной электростанции. Данный комплекс обеспечивает транспортировку контейнеров с топливом, радиоактивных контейнеров через герметичное ограждение здания реактора. Параметры транспортного комплекса определяются входящими в его состав объектами – воротами, шлюзами, дорогами, средствами перевозки и контроллерами управления. Для мониторинга и управления разработано web-приложение, работающее на основе данных о текущих состояниях исследуемых объектов и позволяющее производить корректировки их значений. Панель оператора позволяет оповещать о возникновении ситуаций, требующих вмешательства. Система обрабатывает сигналы аналогового и дискретного происхождений, а также системные сигналы программируемого логического контроллера.

## 1. Введение

Целью работы является исследование, прогнозирование результатов работы транспортного комплекса предприятия на основе веб-приложения пользовательского интерфейса по мониторингу и управлению АСУТП на примере транспортного комплекса атомной электростанции [1]. Данный комплекс предназначен для транспортировки грузов через герметичное ограждение здания реактора атомной электростанции с обеспечением выполнения функций безопасности. Транспортный комплекс состоит из следующих элементов: рельсовая дорожка, ворота откатные, двери, шлюз, тележка транспортная, программируемый логический контроллер.

Мониторинг и прогнозирование результатов работы комплекса позволяют предсказывать и предупреждать о возникновении возможных неисправностей или аварийных состояний элементов АСУТП.

## 2. Методы решения задачи мониторинга и прогнозирования

Для разработки автоматизированной системы управления транспортным комплексом было проведено исследование объектов, входящий в состав АСУТП. Технологический объект имеет четыре зоны: гермозона – здание реактора; шлюз – часть защитной оболочки атомной электростанции, предназначенная для ввоза/вывоза контейнеров; не гермозона – вне здания реактора; эстакада – зона выгрузки/загрузки контейнеров.

Параметры транспортного комплекса для осуществления возможности прогнозирования выводятся на панели оператора с последующим оповещением. Сигналы, поступающие на вход автоматизированной системы, могут иметь дискретное либо аналоговое происхождение.

Дискретные сигналы подают: концевые выключатели для рельсовой дорожки, отвечающие за текущее местоположение транспортной тележки; электроприводы, электромагнитный тормоз для транспортной тележки; концевые выключатели и датчики на исполнительных механизмах, электропривода, проблесковый маячок и ревун для откатных ворот;

Источниками аналоговых сигналов являются датчики клапанов давления гермозоны и не гермозоны, а также концевые выключатели для эвакуационного выхода для основного шлюза.

Системные сигналы с программируемого логического контроллера (ПЛК) включают уровень загрузки ЦПУ, уровень заряда батареи и системные ошибки [4].

На рисунке 1 изображена аппаратно-программная архитектура программного модуля.

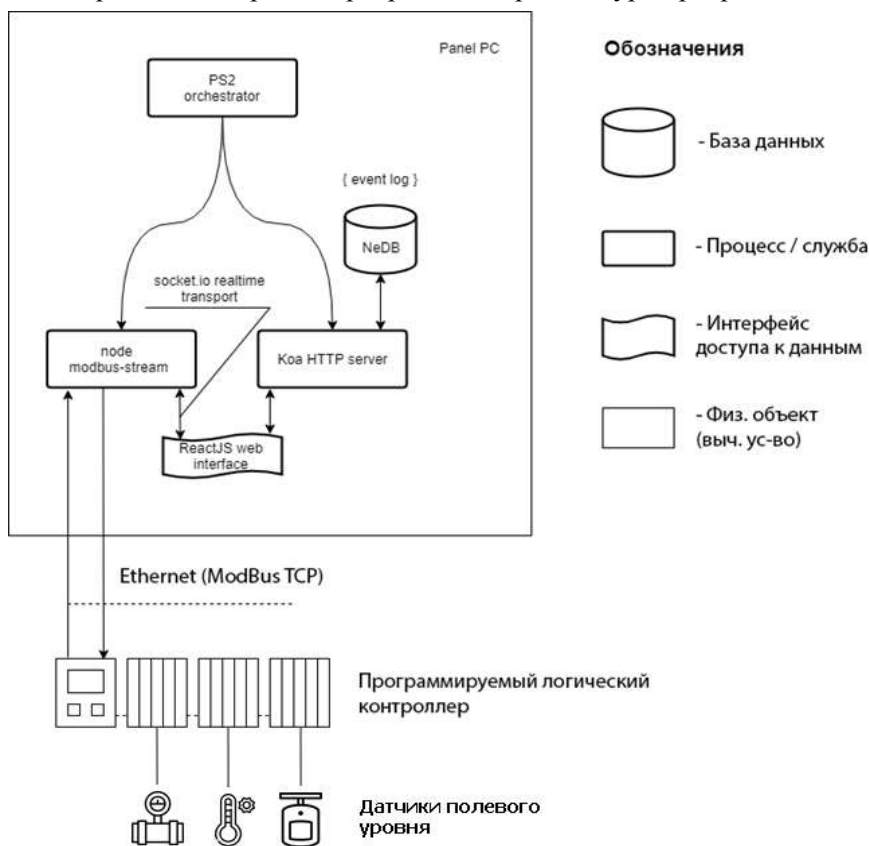


Рисунок 1. Аппаратно-программная архитектура.

В проекте имеется три уровня автоматизированной системы управления технологической платформой: верхний уровень – панель оператора; средний уровень – программируемые логические контроллеры, счетчики, программируемые реле; нижний уровень – КИП, датчики, сенсоры, исполнительные механизмы [2].

С датчиков полевого уровня на программируемый логический контроллер поступают дискретные и аналоговые сигналы, после их обработки на ПЛК по протоколу modbus TCP через интерфейс Ethernet обработанные сигналы поступают в ППК.

Событийно-ориентированная javascript библиотека обеспечивает связь между веб-приложением и сервисом опроса программируемого логического контроллера в режиме реального времени.

Конвертирующий пакет для среды NodeJS отслеживает и преобразует поступившие сигналы по протоколу Modbus TCP через интерфейс Ethernet в программный модуль.

Сервер обеспечивает доступность страниц веб-приложения при работе в браузере, а также обеспечивает передачу информации обо всех возникших событиях в базу данных.

Пакетный процесс-сервис, поддерживает стабильную работу важных компонентов, в случае выхода из строя одного из них – перезапускает.

Далее форматированные данные из БД в виде таблицы передаются на верхний уровень.

Серверная часть отвечает за сбор и обработку данных с ПЛК и передачей в клиентскую часть и работает с использованием следующих компонентов: NodeJS, Node-modbus-stream, KOA HTTP Server и NeDB.

Клиентская часть программного модуля разработана с помощью следующего технологического стека: NodeJS – среда разработки и корректной работы подключаемых в проект компонентов; Socket.IO – библиотека, осуществляющая обмен данными в режиме реального времени; PS2 – компонент, предназначенный для мониторинга корректной работы составных частей программного модуля; React – веб-фреймворк, обеспечивающий визуализацию полученных данных.

На рисунке 2 представлен прототип пользовательского интерфейса панели оператора, в котором отображены: технологический процесс с выводом дискретных сигналов с датчиков полевого уровня, основные дискретные сигналы с ворот ГЗ, НГЗ и ворот откатных, сигнал питания тележки транспортной, состояния концевых выключателей дорожки.

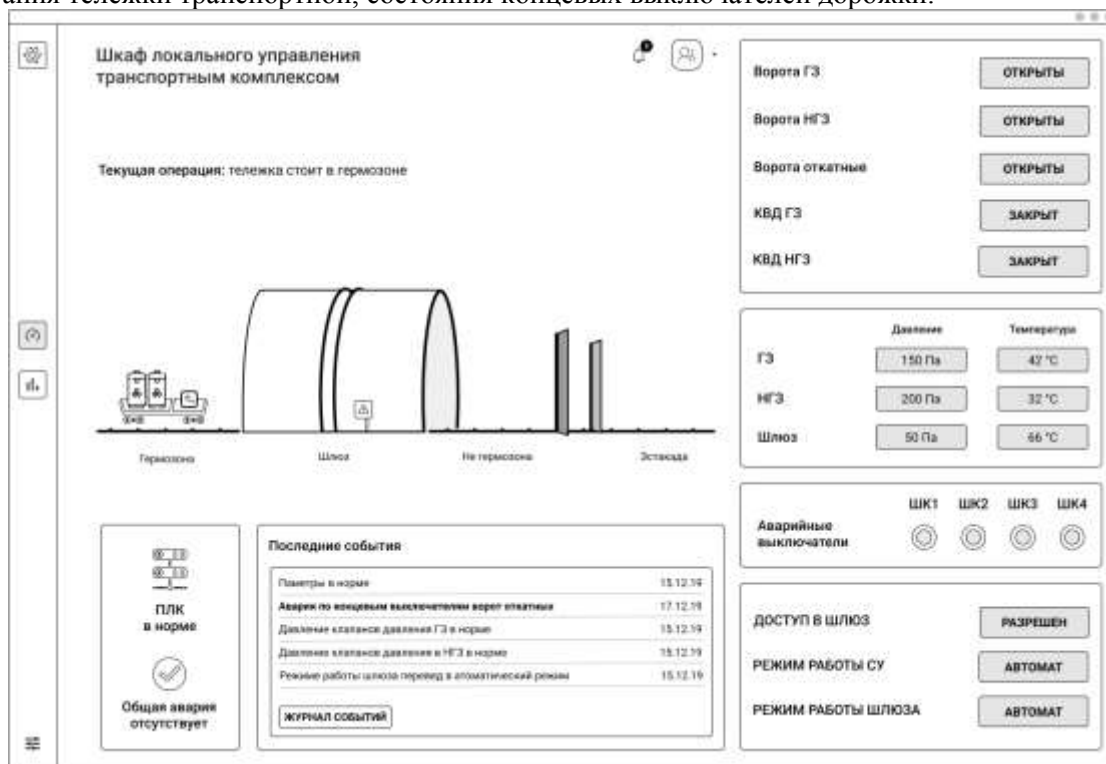


Рисунок 2. Прототип технологического объекта в программном модуле.

Выведены аналоговые сигналы для датчиков давления в клапанах, состояния программируемого логического контроллера, мини-журнал событий. Технологический процесс, изображенный в пользовательском интерфейсе, является динамическим, т.е. в зависимости от состояний элементов объекта, все данные выводятся на панели в режиме реального времени.

### 3. Реализация

В результате сбора данных с рассматриваемого объекта и проведения исследований по выявлению важных сигналов были разработаны алгоритмы прогнозирования критичных изменения состояний основных элементов объекта для предупреждения персонала

транспортного комплекса о возможных неполадках и об окончании сроков использования элементов [3,5].

Главная страница модуля прогнозирования изображена на рисунке 3. На ней представлены графики и диаграммы, отвечающие за визуализацию статистики с последующим прогнозированием важных параметров элементов транспортного комплекса. В модуле предусмотрены следующие функции: создание параметра, сбор статистики с объекта, импорт/экспорт данных, фильтрация, сортировка параметров на экране, предупреждающие диалоговые окна.

Разработанная система на базе веб-приложения по управлению транспортным комплексом осуществляет сбор статистики из журнала событий; прогнозирование состояний параметров; оповещение персонала о возможных аварийных ситуациях; импорт/экспорт данных.

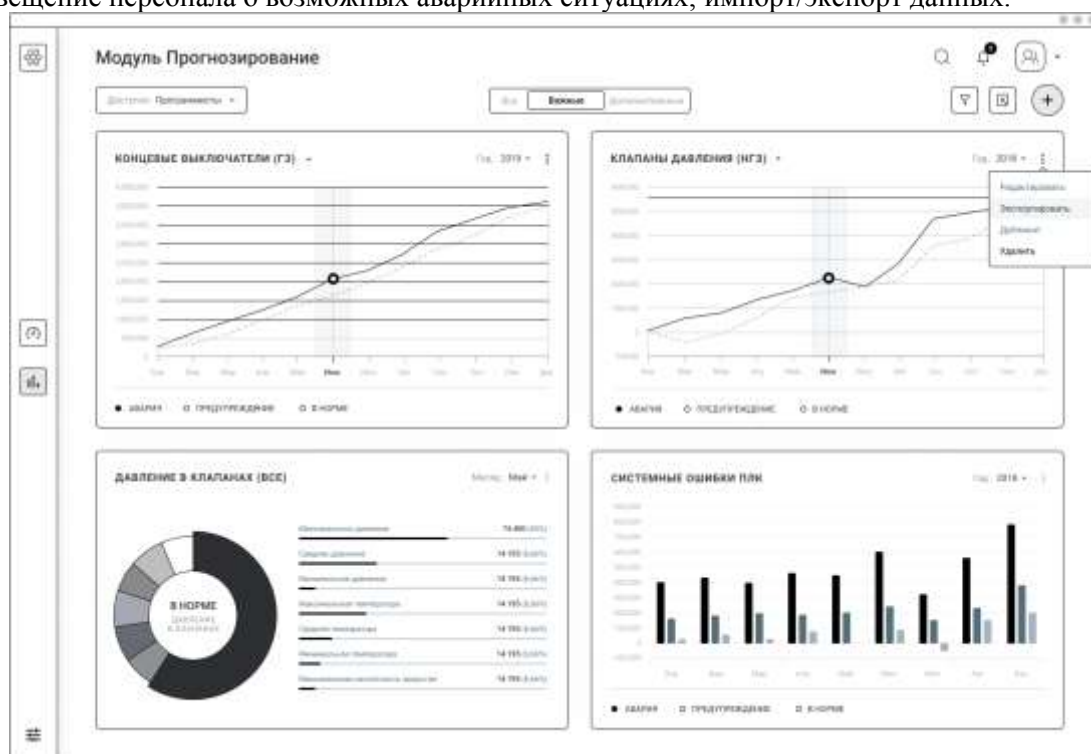


Рисунок 3. Прототип страницы модуля «Прогнозирование» для пользовательского интерфейса.

#### 4. Заключение

В результате работы были построены и реализованы процедуры мониторинга и прогнозирования результатов работы транспортного комплекса. Данные процедуры позволяют сократить время плановых ремонтных работ за счет снижения времени на диагностику отдельных элементов на местах их установки, а также уменьшить количество unplanned ремонтных работ на основании постоянного мониторинга состояния элементов системы.

Прогнозирование осуществляется на основе как предоставляемой изготовителем элементов комплекса информации, так и по заданным на этапе ввода объекта в эксплуатацию параметрам.

Система визуализации позволяет оператору отслеживать состояние системы в режиме реального времени, обеспечивая быструю реакцию на изменения отдельных параметров и моделировать как работы отдельных элементов, так и всего транспортного комплекса в целом.

#### 5. Литература

- [1] Кузьмин, В.С. Разработка программного модуля для управления транспортным комплексом Белорусской АЭС / В.С. Кузьмин, К.В. Садова // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, 2018. – С. 4-6.

- [2] Меньков, А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский – М.: Оникс, 2005. – 640 с.
- [3] Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин – М.: Академия, 2012. – 192 с.
- [4] Перухин, М.Ю. Технические средства контроля в системах управления технологическими процессами: учебное пособие/ М.Ю. Перухин, В.П. Ившин – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. – 147 с.
- [5] Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов – М.: Академия, 2012. – 352 с.

## Monitoring and forecasting the operations of the transport complex of the enterprise

V.S. Kuzmin<sup>1</sup>, D.V. Elenev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34, Samara, Russia, 443086

**Abstract.** An automated system of a transport complex of a nuclear power plant is used to model the transport complex of the enterprise basing on the example of nuclear power plant. The complex provides transportation of containers with fuel and radioactive elements through the sealed enclosure of the reactor building. The parameters of the transport complex are determined by its constituent objects, namely gates, roads, transportation devices and controllers. A web-based intranet application was developed for monitoring and control purposes. The application works on the basis of the values of current conditions. The operator panel allows to notify if the current state requires intervention of staff. The system processes signals of analog and discrete origin, as well as system signals from the programmable controller. The operator panel allows to notify if the current state requires intervention of staff. Basing on the changes of main parameters, it is possible to predict the service lifetime of individual elements.