

УДК 004.67

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК

Плахотников Дмитрий Петрович

Аспирант, кафедра автоматизации и процессов управления

Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»

Россия, г. Санкт-Петербург

dimapl21@yandex.ru

Аннотация

Широкое распространение получили киберфизические системы в производстве и реализации различного рода продукции. За счет интеграции физических датчиков и информационно-аналитических средств киберфизические системы создают значительное число разнообразной информации. С помощью аналитических средств можно повысить эффективность функционирования данных систем за счет оптимизации использования ресурсов и выявления проблемных элементов в системе.

Ключевые слова: киберфизические системы, большие данные, аналитика данных, информационно-аналитические средства, топливно-энергетический комплекс.

METHODOLOGY FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS OF FUEL AND ENERGY ENTERPRISES

Dmitrii P. Plakhotnikov

Postgraduate student of the Department of Automation and Control Processes

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

Russia, St. Petersburg

dimapl21@yandex.ru

ABSTRACT

Cyber-physical systems have become widespread in the production and sale of various kinds of products. Due to the integration of physical sensors and information and analytical tools, cyber-physical systems create a significant amount of various information. Using analytical tools, you can improve the efficiency of the functioning of these systems by optimizing the use of resources and identifying problematic elements in the system.

Keywords: cyber-physical systems, big data, data analytics, information and analytical tools, fuel and energy complex.

Киберфизические системы представляют собой объединение физических сущностей и информационных систем в единое целое. К киберфизическим системам можно отнести автоматизированные системы управления, медицинское оборудование, сети электроснабжения и многое другое [1]. Главный фактор – это глубокая интеграция информационных систем в физический мир с помощью различного рода сенсоров, датчиков, контроллеров.

В качестве киберфизической системы предприятия топливно-энергетического комплекса рассматривается сеть газозаправочных станций. Станции территориально разделены на регионы, в каждом регионе присутствуют газозаправочные станции, на которых представлено от одной до несколько газозаправочных колонок.

Для получения и обработки информации о реализации продукции необходимо использовать информационно-аналитические средства, позволяющие обрабатывать большое количество информации, получать данные о транзакциях и технологической информации.

На сегодняшний день для решения данной задачи наиболее популярное средство это системы класса Business Intelligence, основная цель которых в интерпретации большого количества данных с выделением основных факторов [2]. В основе таких инструментов лежит ETL модуль, предназначенный для:

- Загрузки данных из различных источников – файлов, реляционных и нереляционных баз данных, службы каталогов, веб-сайтов и других источников;
- Очистки данных от ошибок с помощью специальных фильтров и условий;
- Определения соответствия данных между справочниками и целевой системой;
- Агрегации данных – объединение различных строк из таблиц с помощью специальных функций.

Так же системы Business Intelligence позволяют создавать приложения с различными визуальными представлениями данных – в виде диаграмм, таблиц, графиков, ключевых показателей эффективности и многих других [3].

Данная система была интегрирована в систему информационно-аналитических средств предприятия топливно-энергетического комплекса и подключена к технологической системе через внутреннюю сеть предприятия [4].

Из базы данных была получена транзакционная информация, содержащая:

- Регион размещения газозаправочной станции;
- Номер газозаправочной станции;
- Номер колонки газозаправочной станции;
- Метка времени старта заправки;
- Метка времени окончания заправки;
- Объем реализованного топлива.

Данные были получены за январь-февраль 2023 года. Было получено 4376571 строк транзакций. Данные получены по 51 региону, 305 станциям и 1454 колонкам.

Так же во время процедуры получения данных была рассчитана длительность заправки (как разница меток времени старта и окончания заправки) и скорость заправки (как объем заправки, поделенный на длительность).

Далее была выполнена агрегация данных по региону, станции и колонке:

- Суммарная реализация топлива;
- Количество реализаций топлива;
- Средний объем реализации топлива;
- Средняя длительность реализации топлива;
- Процент загрузки газозаправочной колонки;
- Средняя скорость реализации топлива.

В таблице 1 представлен образец полученных данных, усредненных за день. Количество строк в рассчитанной таблице соответствует количеству газозаправочных колонок.

Таблица 1 – Агрегированные данные по реализации топлива за день

Регион	Станция	Колонка	Суммарная реализация	Количество реализаций	Средний объем	Средняя длительность	Процент загрузки колонки	Средняя скорость
...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	184	3	44,53	5	94,41	8,91	3,1%	10,04
1	184	4	40,37	5	71,86	8,07	2,8%	7,62
1	184	5	1,72	1	5,47	1,72	0,1%	3,19
2	2	1	323,20	29	94,18	11,14	22,4%	8,05
2	2	2	482,78	103	17,47	4,69	33,5%	3,16
2	2	3	225,50	31	41,44	7,27	15,7%	3,86
...	...	...	...	...	...	...	...	...

В результате анализа эффективности функционирования данной киберфизической системы с помощью информационно-аналитических средств было выяснено:

- Количество колонок с загруженностью более 30% времени от работы составляет 46, причём среднее количество колонок на таких станциях 5;
- Самый загруженный регион №2;
- Количество станций с колонками с менее 5 реализациями топлива за день и более одной колонки на станции 174, что составляет 12% от числа всех колонок;
- Самая большая реализация топлива на станции №45;
- Средняя длительность реализации топлива составляет 6 минут 41 секунду.

С помощью обработанных данных киберфизической системы и критериев эффективности функционирования, полученных либо экспертным, либо математическим путем, можно определить станции, в которых требуется увеличение количества газозаправочных колонок, либо наоборот их уменьшение, определить коммерчески выгодные станции и снизить риски поломки оборудования.

Одним из преимуществ данной методики повышения эффективности с помощью информационно-аналитических средств, помимо автоматизации обработки данных, является то, что разработанную модель получения и обработки данных можно использовать и для других киберфизических систем, как топливно-энергетического комплекса, так и иных систем. Для этого необходимо лишь небольшие изменения в скрипте загрузки и обработки информации.

Список литературы:

1. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice / D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. - CRC Press, 2016. - ISBN 978-1-4822-6333-6.
2. Плахотников Д.П. Методы обработки данных с контроллеров управления предприятий топливно-энергетического комплекса // Конференция «Информационные технологии в управлении» (ИТУ-2022) (Санкт-Петербург, 4 октября — 6 октября 2022) – с. 137-140.
3. Плахотников Д.П. Анализ эффективности выполнения работ с помощью информационно-аналитических средств // XXVIII Международная научно-методическая конференция «Современное образование: содержание, технологии, качество» (Санкт-Петербург, 14 апреля 2022) – с. 222-224.
4. D. P. Plakhotnikov, "Information and Analytical Tools Development for Cyber-Physical Systems," 2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), 2022, pp. 254-257, doi: 10.1109/ITQMIS56172.2022.9976724. (26-30 September 2022).

References:

1. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice / D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. - CRC Press, 2016. - ISBN 978-1-4822-6333-6.
2. Plakhotnikov D.P. Methods for processing data from control controllers of enterprises of the fuel and energy complex // Conference "Information Technologies in Management" (ITU-2022) (St. Petersburg, October 4 - October 6, 2022) - p. 137-140.
3. Plakhotnikov D.P. Analysis of the effectiveness of work performance using information and analytical tools // XXVIII International scientific and methodological conference "Modern education: content, technology, quality" (St. Petersburg, April 14, 2022) - p. 222-224.
4. D. P. Plakhotnikov, "Information and Analytical Tools Development for Cyber-Physical Systems," 2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), 2022, pp. 254-257, doi: 10.1109/ITQMIS56172.2022.9976724. (26-30 September 2022).