

Д. П. ПЛАХОТНИКОВ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С КОНТРОЛЛЕРОВ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

На предприятиях топливно-энергетического комплекса применяются контроллеры управления технологическим оборудованием. При помощи их с различных датчиков собирается информация и хранится в формате текстовых отчетов.

Данные отчеты представляют собой пример больших данных и методами получения и обработки этих данных посвящен данный доклад. Методы обработки представлены с помощью системы класса Business Intelligence. Описаны особенности данных систем и различные задачи, решаемые с их помощью.

Введение. При работе предприятий топливно-энергетического комплекса образуется множество данных с контроллеров управления. Эти данные сложно использовать для решения каких-либо задач потому, что их объём достаточно большой, чтобы обработать с помощью человека. Для обработки таких больших данных служат системы Business Intelligence. Благодаря им можно с минимальными трудозатратами разработать систему для анализа больших данных с контроллеров. Так же они позволяют подключить к себе системы искусственного интеллекта для построения прогноза.

Сеть предприятий топливно-энергетического комплекса. В качестве предприятий топливно-энергетического комплекса используется сеть газозаправочных станций.

Контроллер создан на базе аппаратных компонентов, адаптированных к нагрузкам при работе на газозаправочной станции и оснащен операционной системой реального времени. Так же поддерживает всю бизнес-логику работы газозаправочной станции, транслируя всю доступную информацию в систему, находящуюся на станции. Датчики газозаправочной колонки представлены на рис. 1.

Станции между собой соединены через виртуальную частную сеть. Так же все они введены в службу каталогов.

Для того чтобы решить задачу определения расположения серверов на станции необходимо на удаленном рабочем месте выполнить команду, представленную на рис. 2.



Рис. 1. Датчики контроллера управления

```
Get-ADComputer -LDAPFilter '(Name=*STATION*)'
-Properties "DistinguishedName", "DNSHostName", "Enabled", "Name", "ObjectGUID", "SamAccountName" |
Export-Csv -NoTypeInfo Station.csv -Encoding Unicode
```

Рис. 2. Команда для получения списка станций в локальной сети

Данная команда выводит в текстовый файл «Station.csv» список всех компьютеров в локальной сети с наименованием содержащее фразу «STATION» и его свойства – выделенное наименование, доменное имя сервера, статус, идентификатор объекта и наименование аккаунта. Полученная информация будет использована для загрузки информации с контроллеров управления для каждой станции.

Помимо этого, к выделенной виртуальной сети подключена база данных коммерческого учета. Она служит для фиксации проходящих продаж через газозаправочные станции.

Для изучения методов обработки данных в сети была развернута система класса Business Intelligence и подключено удаленное рабочее место. Схематически это представлено на рис. 3.



Рис. 3. Схема серверов для обработки данных

Системы класса Business Intelligence. Forrester Research, независимая исследовательская компания, определяет Business Intelligence как «набор методологий, процессов, архитектур и технологий для преобразования необработанных данных в значимую и полезную информацию, используемую для эффективного понимания бизнес-процессов и принятия обоснованных решений на стратегических, тактических и операционных уровнях» [2].

Основные возможности систем бизнес-аналитики развиваются в областях: хранение данных, интеграция данных, анализ данных и представление данных. Хранение данных, используемых для бизнес-анализа, организовано в специальных хранилищах данных [3].

Внедрение системы класса Business Intelligence, по сравнению с использованием привычных аналитических инструментов, обеспечивает ряд преимуществ – большая наглядность, возможность использования нескольких аналитических решений, обеспечение масштабируемости, эффективности и производительности. Так же данные системы содержат встроенные инструменты для решения различных и разнообразных аналитических задач, как с точки зрения управления, так и с точки зрения информационных технологий.

Источники данных для систем класса Business Intelligence могут быть представлены плоскими текстовыми файлами (формат *.xlsx, *.csv, *.txt, *.bak), реляционными базами данных (Oracle SQL, MS SQL), репозиториями доменных служб (службы каталогов). Загрузка и предварительная обработка исходных данных происходит в выделенных скрипте загрузки данных с помощью специального внутреннего синтаксиса [4].

Получение данных со станций. После получения списка станций предстоит получить информацию с датчиков. Она хранится в архивах по определённому пути. Каждый архив содержит информацию за неопределённый период времени.

Для получения информации был написан скрипт сбора информации с параллельным подключением к станциям. В результате удалось получить текстовые файлы с контроллеров управления. Пример полученных исходных данных с контроллеров представлен на рис. 4.

```

Doms(22-07-19 10-19-15).bak — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
19.07.2022 09:52:31:403  DEBUG:  Processing transaction on FP 7...
19.07.2022 09:52:31:403  DEBUG:  Transaction data FP 7: Volume:2.462000 Amount:492.110000 SeqNo:!!
19.07.2022 09:52:31:434  DEBUG:  ReadPumpCounters Pump 7 Pistol 1 Grade 1 Counter=11434.154000
19.07.2022 09:52:31:434  DEBUG:  Locking transaction on FP 7
19.07.2022 09:52:31:544  DEBUG:  FuellingPointStatusChanged Id=33 State=9 Substate=0xD7 Lock=16
19.07.2022 09:52:31:544  DEBUG:  Pump 2 State received. MainState=9(FPMS_FUELLING) SubState=0xD7
19.07.2022 09:52:31:544  DEBUG:  Pump 2 Grade 1 Pistol 1

```

Рис. 4. Исходные данные с контроллера управления

В ходе изучения исходных данных для обработки были выделены события «Read Pump Counters» – события получения состояния счётчика колонки. Были посчитаны результаты отпуска по каждой смене на каждой станции.

Далее была получена информация по базе коммерческого учета об учтенном отпуске за смену и выполнена сверка показателей между контроллером управления и базой данных коммерческого учета. Полученные данные представлены на рис. 5.

	По счётчику	По базе	Разница
210	522,25	536,55	-14,30
211	268,15	268,12	0,03
212	894,33	993,2	-98,87
213	323,23	115,44	207,79
214	924,19	674,49	249,70

Рис. 5. Сверка показателей из разных систем

Выявление ошибок в работе. Иной метод обработки данных с контроллера управления является поиск ошибок работы оборудования. Для этого в текстовых файлах были найдены соответствующие записи об ошибках и написан скрипт для поиска необходимых записей, представленный на рис. 6.

```
FOR Each vFile in FileList('${vPath}\*.bak')
Let vFileName=SubField(SubField('${vFile}','\','-1'),'.bak','1');
Let vFileModify=Timestamp(FileTime('${vFile}'));

if (vFileModify>Last_FileModify_max) then
Let _FileModify_max=Timestamp(RangeMax('${_FileModify_max}','${vFileModify}'));
[Controls]:
LOAD
    '${vFileName}'& '_'&RecNo() as RecNo,
    '${vStationId}' as StationId,
    Date#(SubField([@1],' ',1)) as Date,
    Time#(Time#(Trim(SubField([@1],' ',2)), 'hh:mm:ss:fff')) as Time,
    Timestamp(Date#(SubField([@1],' ',1))& ' ' &Time#(Time#(Trim(SubField([@1],' ',2)), 'hh:mm:ss:fff')))) as LogTS,
    //Timestamp(Date#([@1])& ' ' &Time#(Time#(Trim([@2]), 'hh:mm:ss:fff'), 'h:mm:ss.fff')) as LogTS,
    TextBetween([@1],'error:', ' (') as ErrorText,
    TextBetween([@1],',(',')') as ErrorNum
FROM [${vFile}]
(txt, utf8, no labels, delimiter is \x0, no quotes)
Where SubStringCount([@1],'error:');
[Controls_Pump]:
LOAD
    '${vFileName}'& '_'&(RecNo()-1) as RecNo,
    num(TextBetween([@1],'Error ignored for pump ', ',')) as PumpNo
FROM [${vFile}]
(txt, utf8, no labels, delimiter is \x0, no quotes)
Where Previous(SubStringCount([@1],'error:'));
End If;
Next vFile;
```

Рис. 6. Фрагмент скрипта обработки данных об ошибках

Этот скрипт определяет точное время совершения ошибки, текст ошибки, номер ошибки, номер записи и станцию на которой это произошло. Благодаря определению метки времени можно определить и номер смены, в который произошла ошибка. По обработанной информации была построена таблица ошибок, представленная на рис. 7.

Смена	Метка времени события	ГРК №	Ошибка	Текст ошибки
228	19.06.2022 0:02:43	1	Предусмотренная ошибка переполнения	Preset Overrun Error
228	19.06.2022 0:02:45	1	Несоответствие суммарных показателей насосов	Pump Totals Mismatch
522	19.06.2022 0:04:03	2	Несоответствие суммарных показателей насосов	Pump Totals Mismatch
734	19.06.2022 0:04:16	4	Неуказанная ошибка ПО	Unspecified SW Error
734	19.06.2022 0:04:17	4	Неуказанная ошибка ПО	Unspecified SW Error
228	19.06.2022 0:04:28	3	Несоответствие суммарных показателей насосов	Pump Totals Mismatch
228	19.06.2022 0:04:40	2	Несоответствие суммарных показателей насосов	Pump Totals Mismatch
856	19.06.2022 0:05:41	-	Неуказанная ошибка ПО	Unspecified SW Error
427	19.06.2022 0:05:52	-	Ошибка управления выходом	Output Control Error

Рис. 7. Таблица данных об ошибках

Заключение. С помощью систем класса Business Intelligence можно получить и обработать данные с контроллеров управления предприятий, сопоставить данные из различных систем, выявить расхождения и ошибки в работе оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. PSS 5000. Technical Manual For systems with CPB50x [Электронный ресурс]. – Интернет-сайт. – URL: <http://www.https://www.doms.com/sites/doms.com/files/assets/80304618.pdf> (дата обращения: 16.08.2022).
2. Business Intelligence (Forrester) [Электронный ресурс]. – Интернет-сайт. – URL: <https://www.forrester.com/Business-Intelligence> (дата обращения: 16.08.2022).
3. **Плахотников Д.П.** Построение информационно-аналитических средств киберфизических систем. *Международная конференция «Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем» (IPSDQA'22)* (Санкт-Петербург, 15 марта – 17 марта 2022). С. 45-49.
4. **Plakhotnikov D.P. and Kotova E.E.** “Comprehensive Analysis of Cyber-Physical Systems Data,” *2021 XXIV International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*, 2021, pp. 175-178, doi: 10.1109/SCM52931.2021.9507112.

D.P.Plakhotnikov (Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Saint Petersburg)

Methods for Processing Data from Management Controllers of Enterprises of the Fuel and Energy Complex

At the enterprises of the fuel and energy complex, controllers for controlling technological equipment are used. With the help of them, information is collected from various sensors and stored in the format of text reports.

These reports are an example of big data and this report is devoted to the methods of obtaining and processing this data. Processing methods are represented using the Business Intelligence class system. The features of these systems and various tasks solved with their help are described.

Автор готов представить текст на английском языке для сборника материалов мультиконференции, который будет подан для индексирования в Scopus.