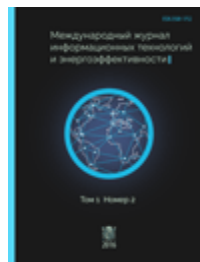




Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК

Плахотников Д. П.

Санкт-Петербургский государственный университет электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия (197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5), e-mail: dimapl21@yandex.ru

Предприятия топливно-энергетического комплекса занимаются добычей, транспортировкой и реализацией топливной продукции. Системы реализации продукции таких предприятий представляют собой киберфизические системы. Они генерируют большой объем информации в процессе реализации продукции, которая может быть использована для предотвращения несанкционированной реализации за счет выявления несостыковок между системой коммерческого учета и технологическим оборудованием.

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

A MODEL FOR BUILDING INFORMATION AND ANALYTICAL TOOLS TO IDENTIFY UNAUTHORIZED SALES OF PRODUCTS OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS OF FUEL AND ENERGY ENTERPRISES

Plakhotnikov D.P.

St. Petersburg State University of Electrotechnical Engineering "LETI", St. Petersburg, Russia (197022, St. Petersburg, Professor Popov Street, 5), e-mail: dimapl21@yandex.ru

The enterprises of the fuel and energy complex are engaged in the extraction, transportation and sale of fuel products. The systems for selling the products of such enterprises are cyber-physical systems. They generate a large amount of information in the process of selling products, which can be used to prevent unauthorized sales by identifying inconsistencies between the custody transfer system and process equipment.

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

Киберфизические системы топливно-энергетических предприятий представляют собой сложную структуру, состоящую из множества разнообразных компонентов. Эти компоненты часто не связаны между собой, но могут быть связаны через определения соответствия между ними [1, с. 590]. Примеров таких компонентов может служить система коммерческого учета и система управления компрессорным оборудованием.

Для того чтобы загрузить и обработать информацию с разнообразных источников необходимо построить информационно-аналитические средства, предоставляющие

возможность подключения к разнородным источникам. Одним из таких средств являются VI системы. Они позволяют получать, обрабатывать и хранить информацию с таких источников [2, с. 255].

Для построения информационно-аналитической системы необходимо определить список источников данных. Для текущей задачи необходима информация со следующих источников:

- Система учета сотрудников и их рабочего времени;
- Система коммерческого учета;
- Система сбора данных и управления технологическим оборудованием.

Система учета сотрудников и их рабочего времени представляет собой базу данных содержащую информацию о начале и окончании времени смены и информации о объекте работы сотрудника. Для получения информации из базы данных написан запрос, представленный на Рисунок 1.

```
ODBC CONNECT TO [BD-ORACLE;DBQ=complex];  
  
OPERATORS:  
SELECT  
    DEVICEID,  
    OPERATORID,  
    SEED,  
    CIPHPASS,  
    ISACTIVE,  
    DATECHANGED,  
    AUTHTYPE,  
    GLOBALOPERATORID,  
    FULLNAME,  
    PASSPORT,  
    INN  
FROM BD.OPERATORS;
```

Рисунок 1 – Запрос базы данных

Система коммерческого учета представляет собой базу данных транзакций и информацию по ним – метка времени транзакции, объем реализации продукции, идентификатор объекта. Запрос аналогичен представленному выше.

Система управления и сбора данных с оборудования распределена по всей сети предприятий. Для получения информации из этой сети необходимо определить адрес локальных серверов. Все они объединены в единую корпоративную сеть. Был произведен опрос серверов и составлен список для сбора информации в текстовый файл. Пример скрипта сбора информации об адресах устройств представлен на Рисунке 2.

```
Get-ADComputer -filter '(Name=*object*)'  
-Properties "DistinguishedName","DNSHostName","Enabled" |  
Export-Csv -NoTypeInfoInformation Objects.csv
```

Рисунок 2 – Запрос адресной информации

После получения списка серверов с информацией о их расположении выполняется команда по сбору информации в единую систему.

Далее происходит распаковка по сформированную списку с помощью заданного архиватора \$(Archivator) в путь \$(UnpackPath). \$(FileMask) позволяет указать только файлы,

содержащие текстовую информацию с оборудования, а \$(OverKey) ключ для перезаписи. Скрипт распаковки представлен на Рисунке 3.

```
Let UnpackRows=Alt(NoOfRows('UNPACK')-1,0);
if ($(UnpackRows)>0) then
For tmp=0 to $(UnpackRows)
Let FilePath=Peek('FilePath', $(tmp), 'UNPACK');
Let UnpackTo=Peek('UnpackPath', $(tmp), 'UNPACK');
Execute $(Archivator) e $(FilePath) -o$(UnpackTo) $(FileMask) $(OverKey);
Next tmp
```

Рисунок 3 – Скрипт распаковки информации

Пример полученной с оборудования информации представлен на Рисунке 4.

```
25.02.2023 16:50:18:713 DEBUG: Processing transaction on FP 2...
25.02.2023 16:50:18:713 DEBUG: Transaction data FP 2: Volume:1.557000 Amount:338.180000 SeqNo:7990
Filling start:25.02.2023 16:45:41 Trans start time:25.02.2023 16:45:41 TransIsForCurrentFilling:TRUE
25.02.2023 16:50:18:744 DEBUG: ReadPumpCounters Pump 2 Pistol 1 Grade 1 Counter=26794.745000
25.02.2023 16:50:18:744 DEBUG: Locking transaction on FP 2
25.02.2023 16:50:18:869 DEBUG: FuellingPointTransactionChanged
25.02.2023 16:50:18:869 DEBUG: Processing transaction on FP 2...
25.02.2023 16:50:18:869 DEBUG: Transaction locked on our POS 10
25.02.2023 16:50:18:869 DEBUG: Transaction kepted on FP 2
25.02.2023 16:50:22:073 DEBUG: GetPistolCounter Pump 2 Pistol 1 Grade 1 Cached Counter=267947450
25.02.2023 18:31:01:639 DEBUG: FuellingPointStatusChanged Id=33 State=13 Substate=0x5E Lock=0
25.02.2023 18:31:01:639 DEBUG: Pump 1 State received. MainState=13(FPMS_UNAVAILABLE_AND_CALLING)
SubState=0x5E (SPVD|ONLINE|ESTOPPED|BFR|ACT|)
25.02.2023 18:31:01:639 DEBUG: Pump 1 Grade 1 Pistol 1
25.02.2023 18:31:01:655 DEBUG: Pump 1 checking counters - counters Actual
25.02.2023 18:31:01:686 DEBUG: ReadPumpCounters Pump 1 Pistol 1 Grade 1 Counter=40878.037000
25.02.2023 18:31:01:686 DEBUG: Pump 1 State processed. MainState=13 SubState=0x5E Volume=17740
Money=38531
25.02.2023 18:31:01:967 DEBUG: GetPistolCounter Pump 1 Pistol 1 Grade 1 Cached Counter=408780370
25.02.2023 18:31:38:143 DEBUG: Pump 1 checking counters - counters Actual
```

Рисунок 4 – Информация с оборудования

После изучения информации полученной с оборудования для поставленной задачи были выбраны события “ReadPumpCounters” – события показателя счетчика оборудования [3, с. 138]. Скрипт отбора данных счетчика представлен на Рисунке 5.

```
EXIST:
Load * inline [@4,
ReadPumpCounters
];

[_Counter]:
LOAD
RowNo() as RowNo,
'$(vStationId)' as StationId,
Date#([@1]) as Date,
Time(Time#(Trim([@2]), 'hh:mm:ss:fff')) as Time,
Timestamp(Date#([@1])&' '&Time(Time#(Trim([@2]), 'hh:mm:ss:fff'),'h:mm:ss.fff')) as LogTS,
[@6] as PumpNum,
num(Subfield([@11], 'Counter=', 2), '0,000') as Counter
FROM [$(vFile)]
(txt, codepage is 28592, no labels, delimiter is spaces, msq)
where Exists(@4);
```

Рисунок 5 – Скрипт обработки показателей счетчиков

После выполнения данного скрипта были получены данные о каждом считанном показателе счетчика. Выяснилось, что при превышении 6 знаков, при износе или некорректной настройке оборудования появляются «фантомные» значения (краткосрочное изменения на

некорректные значения). Для очистки таких данных был разработан скрипт очистки данных, представленный на Рисунке 6.

В первую очередь он очищает пустые, нулевые данные и нереалистичные значения. Затем заполняются предыдущие значения и происходит очищение данных от другого различного рода ошибок. Данные манипуляции позволяют добиться минимальных расхождений показателя счетчика от реального положения дел.

```
NoConcatenate
_Counter_filter:
Load
*
Resident _Counter_sort
Where Counter<>Previous(Counter) and Counter<>Previous(Previous(Counter)) and Counter<>0;
Drop Table _Counter_sort;

NoConcatenate
_Counter_prev:
Load
*,
Previous(PumpNo) as Prev_PumpNo,
Previous(Counter) as Prev_Counter
Resident _Counter_filter;
Drop Table _Counter_filter;

NoConcatenate
_Counter_Volume:
Load
*,
if(Counter-Prev_Counter<-99000 and Counter-Prev_Counter>=-100000, Round(Counter-Prev_Counter+100000, 0.001)*10,
if(Counter<Prev_Counter and Counter<999, Round(Counter, 0.001)*10,
if(fAbs((Counter+1)/(Prev_Counter+1))<999,
if(Counter>Prev_Counter, //избавление от отрицательных значений
Round(Counter-Prev_Counter, 0.001)*10))) as Volume
Resident _Counter_prev
Where PumpNo=Prev_PumpNo and Counter<>Previous(Prev_Counter); //избавление от ложных значений
Drop Table _Counter_prev;

Left Join(_Counter)
Load
RowNo,
Volume
Resident _Counter_Volume
Where Volume<>Null();
Drop Table _Counter_Volume;
```

Рисунок 6 – Скрипт очистки данных показателей счетчиков

Следующим этапом были объединены данные со счетчиком и базой коммерческого учета, если отпуск был в рамках 20 минут на данной колонке. Это было сделано с помощью следующих формул корректировки времени начала реализации (Start_Realization_TM) и окончания реализации (End_Realization_TM):

```
If(IsNull(Start_Realization_TM), Timestamp(Trans_TM-(23.5/1440)),
Timestamp(Start_Realization_TM-(20/1440))) as Start_Realization_TM,
If(IsNull(End_Realization_TM), Timestamp(Trans_TM+(22.5/1440)),
Timestamp(End_Realization_TM +(22/1440))) as End_Realization_TM.
```

После произведенного анализа данных транзакций с системной базы данных и данных счётчиков выяснилось, что в медианная разница между событием в базе и событии на счётчике составляет 18,6 секунды. Для корректировки результата была добавлена следующая формула:

```
Alt(fAbs(Trans_TM-Object_TM-0.31/1440)*1440, 1440) as Delta_TM
```

Она демонстрирует разницу между счётчиком и базой коммерческого учета, скорректированную на медианную разницу. Так же были добавлены два флага – флаг суммы (Sum_Flag) и флаг ошибки (Error_Flag):

$if(IsNull(Supplied),3,0)+if(fAbs(Supplied-Volume)>0.2,1,0)+if(fAbs(Supplied-Volume)>0,1,0)$ as Sum_Flag,

$if(Round(Volume/10,0.01)=Round(Counter,0.01)$ and $(IsNull(Supplied)$ or $fAbs(Supplied-Volume)>0.2),1,0)$ as Error_Flag

Они помечают отличается ли значение, существенно или нет, а также производится корректировка если произошло смещение десятичной части счетчика. Данный факт определяется, если произошло смещение ровно в 10 раз. На следующем шаге выбираются коммерческие транзакции с минимальной разницей в метке времени со счетчиком (Delta_TS) и минимальным состоянием флага ошибки и флага суммы.

После соотнесения данных из коммерческой базы данных и информации с оборудованием с помощью функции IntervalMatch используемой для генерации таблиц соответствия дискретных числовых значений с одним или несколькими числовыми интервалами и сравнения значений с одним или несколькими ключами выполняется определение смены и идентификационного номера сотрудника, который внес информации о реализации продукции в систему коммерческого учета.

По получившимся данным была построена таблица сопоставления с данными оборудования, базой коммерческого учета и базой учета рабочего времени сотрудником. Таблица сопоставления данных отображена в Таблице 1.

Таблица 1 – Таблица сопоставления данных

№ объекта	Номер смены	Состояние счетчика	Объем по счетчику	Объем по системе	Дельта	Метка времени транзакции	Старт реализации	Окончание реализации
...
2	823	50781,67	36,87	22,31	14,56	12.03.23 3:52:28	12.03.23 3:47:55	12.03.23 3:51:59
4	823	40997,72	20,52	20,52	0	12.03.23 3:57:48	12.03.23 3:53:09	12.03.23 3:55:37
1	823	57759,88	22,29	22,29	0	12.03.23 4:01:22	12.03.23 3:58:26	12.03.23 4:00:58
1	823	57776,44	16,56	16,56	0	12.03.23 4:08:40	12.03.23 4:04:42	12.03.23 4:08:04
3	823	48005,93	18,86	18,86	0	12.03.23 4:10:51	12.03.23 4:06:38	12.03.23 4:10:07
4	823	41019,57	21,85	21,85	0	12.03.23 4:14:17	12.03.23 4:07:42	12.03.23 4:13:20
2	823	50813,1	31,43	-	-	-	-	-
...

С помощью созданной таблицы можно было выявить случаи реализации продукции в обход системы коммерческого учета, а также случаи некорректного учета объема реализации. Для этого помечаются все случаи с дельтой не равной 0 и с отсутствием соответствующей транзакции в базе данных коммерческого учета. Таблица так же отображает информацию из системы учета времени сотрудников.

Данная модель построения информационно-аналитических средств киберфизических систем предприятий ТЭК может быть использована и для других киберфизических объектов.

Список литературы

1. D. P. Plakhotnikov and E. E. Kotova, "Design and Analysis of Cyber-Physical Systems," 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), 2021, pp. 589-593, doi: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396364.
2. 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.
3. Плаhotников 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.

References

1. D. P. Plakhotnikov and E. E. Kotova, "Design and Analysis of Cyber-Physical Systems," 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), 2021, pp. 589-593, doi: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396364.
 2. 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.
 3. 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) - pp. 137-140.
-