

DOI: 10.15593/2224-9400/2018.2.04

УДК 66.012-52

С.Н. Кондрашов, В.М. СолодченковПермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ
НА БАЗЕ PI SYSTEM**

Рассмотрен процесс создания АСУ производственно-диспетчерской информацией на базе PI System. Целью работы являлось обоснование необходимости внедрения информационной системы за счет повышения эффективности управления процессами. Выполнено исследование деятельности производственно-диспетчерского отдела предприятия (ПДО) предприятия газопереработки.

В результате работы была обоснована целесообразность применения систем автоматизации PI System для управления процессами, а также разработан фрагмент базы управления производственно-диспетчерской информацией ПДО на базе PI System.

Экономическая эффективность внедрения PI System достигается за счет повышения производительности персонала, качества и своевременности принимаемых решений.

Внедрение информационной системы производства сокращает время незапланированного простоя оборудования, благодаря своевременному техническому обслуживанию, уменьшаются затраты с помощью приложений, оптимизирующих технологические процессы. Также снижается аварийность производства и выявляются неисправности измерительного и технологического оборудования. Осуществлен анализ и произведен реинжиниринг функций ПДО с использованием методологии функционального моделирования IDEF 3.0. Для внедрения PI System сформулированы требования, предъявляемые к системе, произведен выбор соответствующего оборудования, разработана рабочая и эксплуатационная документация на данную систему.

Ключевые слова: производственно-диспетчерский отдел, информационная система производства, производственно-диспетчерская информация, реинжиниринг, функциональное моделирование, бизнес-процесс, OPC протокол.

S.N. Kondrashov, V.M. SolodchenkovPerm National Research Polytechnic University,
Perm, Russian Federation**AUTOMATION OF MANAGEMENT
OF INDUSTRIAL-CONTROLLED INFORMATION
ON THE BASIS OF PI SYSTEM**

In this paper, the process of creating an automated dispatch control system based on PI System is considered. The purpose of the work was to justify the need to implement the information system by improving the efficiency of process management. In the course of the work, a study was conducted of the activities of the production and dispatch department of the enterprise (PDO) of the gas processing enterprise.

As a result of the work, the expediency of using the PI System automation systems for process control was justified, and a fragment of the PI System-based production information management database was developed.

The economic efficiency of the implementation of PI System is achieved by increasing staff productivity, quality and timeliness of the decisions made.

The introduction of an information production system (COI) reduces the time of unplanned downtime of equipment, thanks to timely maintenance, costs are reduced through the use of applications that optimize technological processes. Also, the accident rate of production is reduced and faults in measuring and process equipment are detected. Analyzed and reengineered the functions of the PDO using the IDEF 3.0 functional modeling methodology. For the introduction of the PI-System, the requirements for the system are formulated, the selection of the appropriate equipment is made, the working and operational documentation for this system is developed.

Keywords: *production and dispatching department, information production system, production and dispatch information, reengineering, functional modeling, business process, OPC.*

Внедрение информационной системы на базе PI System на предприятии позволяет повысить производительность труда персонала, а также качество принимаемых решений за счет:

- значительного сокращения времени на получение информации;
- автоматизации ввода данных и рутинных операций, что в свою очередь приводит к улучшению качества управления ресурсами и всеми процессами, протекающими на предприятии.

На рис. 1 показаны функции и задачи производственно-диспетчерского отдела (ПДО) предприятия газопереработки.

При анализе работы ПДО выявлено наличие проблемы повышения качества и своевременности функций, выполняемых ПДО, обеспечивающих своевременное выполнение предприятием утвержденных им социально-экономических показателей.

Данная проблема решается с помощью реинжиниринга следующих процессов:

- 1) автоматизации получения информации в отдел с целью обеспечения ее объективности (достоверности и полноты);
- 2) автоматизации учета количества поступающего сырья, отгрузки готовой продукции.

Для анализа усовершенствованных бизнес-процессов, протекающих в ПДО предприятия газопереработки, используем инструмент визуального моделирования бизнес-процессов IDEF 3.0 [1].

Способы передачи и получения информации от производственных подразделений предприятия в ПДО до внедрения информационной системы производства (ИСП) представлены на контекстной диаграмме рис. 2. Результаты до внедрения ИСП занесены в табл. 1.



Рис. 1. Функции и задачи ПДО

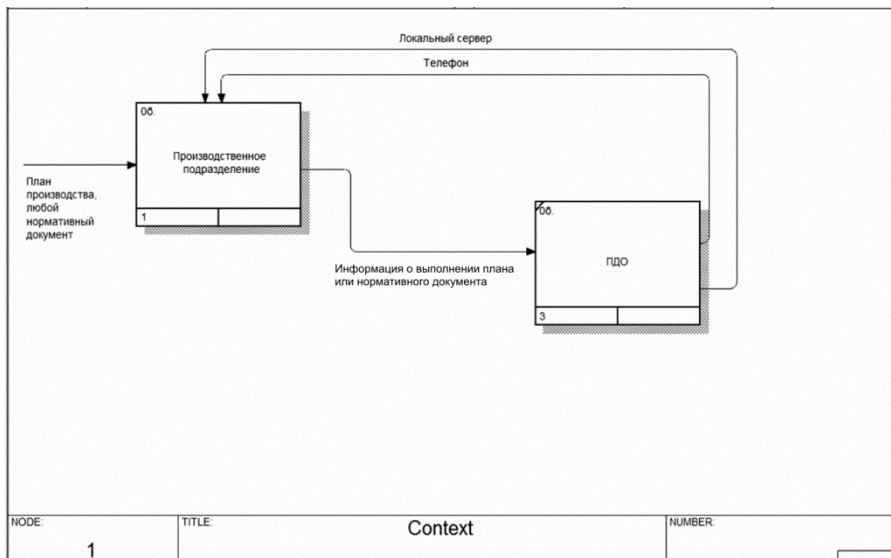


Рис. 2. Проверка информации поступающей в отдел до внедрения ИСП

Таблица 1

Результаты до внедрения ИСП

Способ получения и передачи информации	Первичный результат	Вторичный результат
Локальный сервер	Путь передачи информации от источника до потребителя занимает длительное время	Излишние затраты времени на получение информации
	В этом процессе принимает участие третье лицо	Вероятность получения недостоверной информации
Телефон	Возникновение технических сбоев на телефонной линии или дефектов речи источника при передаче информации	Вероятность получения недостоверной информации

Способы передачи и получения информации от производственных подразделений предприятия в ПДО после внедрения ИСП представлены на контекстной диаграмме рис. 3. Результаты после внедрения ИСП занесены в табл. 2.

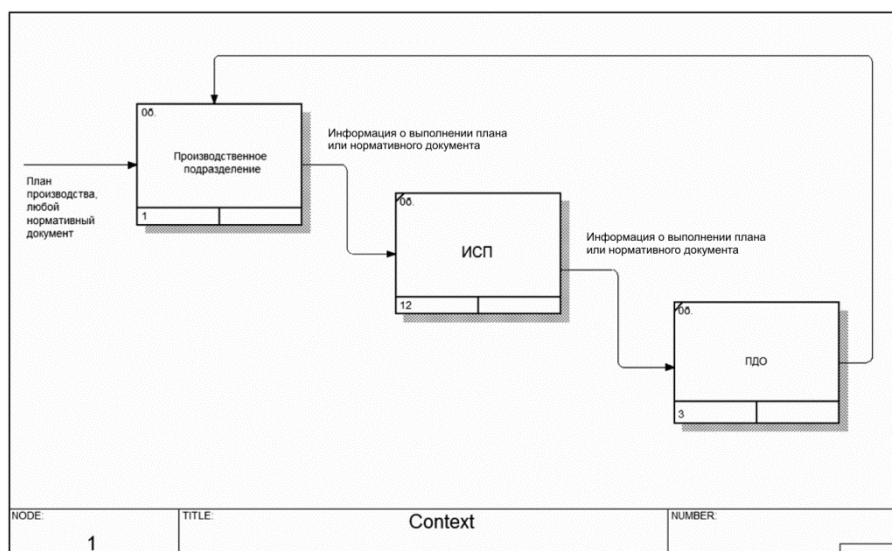


Рис. 3. Проверка информации, поступающей в отдел после внедрения ИСП

Оперативный учет количества поступающего на предприятие сырья, производства готовой продукции в ПДО наглядно представлен на рис. 4.

Исходными данными для создания отчета о количестве сырья, поступающего в производственные подразделения, являются (слева на диаграмме рис. 4):

- наименование сырья;
- количество сырья, поступающего по трубопроводу;
- занятость складов сырьем на текущее время.

Таблица 2

Результаты после внедрения ИСП

Способ получения и передачи информации	Первичный результат	Вторичный результат
ИСП	Сбор информации осуществляется в реальном времени с датчиков, установленных по месту	Минимизация затрат времени на получение информации
	Человек не принимает участия в ее передаче информации	Повышение уровня объективности информации (полноты и достоверности)

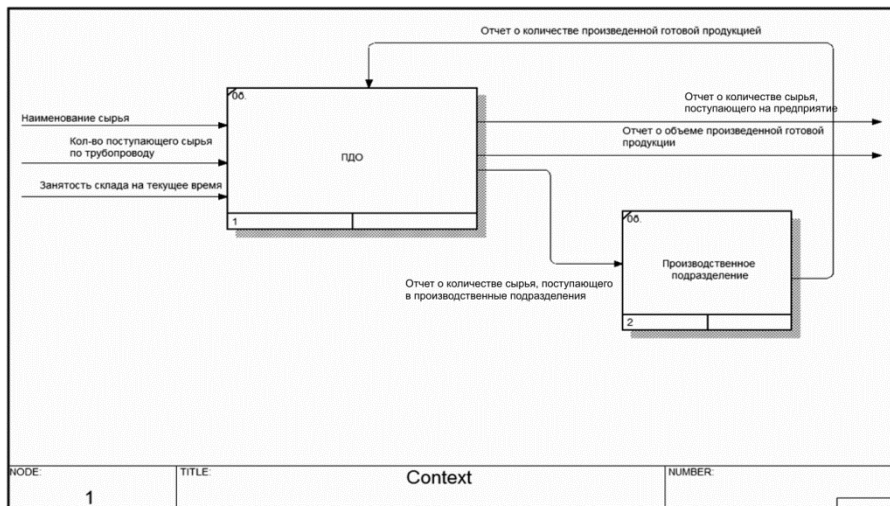


Рис. 4. Учет количества поступающего сырья и отгрузки готовой продукции до внедрения ИСП

В свою очередь производственные подразделения формулируют отчет о количестве произведенной готовой продукции в ПДО.

Выход процесса – выходные документы (справа на диаграмме рис. 4):

- отчет о количестве сырья, поступающего на предприятие;
- об объеме произведенной продукции.

Сформулированные результаты по способу получения и передачи информации учета сырья и готовой продукции, согласно диаграмме (см. рис.4), представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты по способу получения и передачи информации учета сырья и готовой продукции до внедрения ИСП

Способ получения и передачи информации	Первичный результат	Вторичный результат
Обход инженером узлов учета, установленных на трубопроводах	Узлы учета находятся удаленно от отдела, поэтому их последовательный обход занимает длительное время	Излишние затраты времени на получение информации
	Запись результатов в журнал учета происходит вручную	Вероятность получения недостоверной информации

Оперативный учет количества поступающего на предприятие сырья, производства готовой продукции после внедрения ИСП в ПДО наглядно представлен на рис. 5.

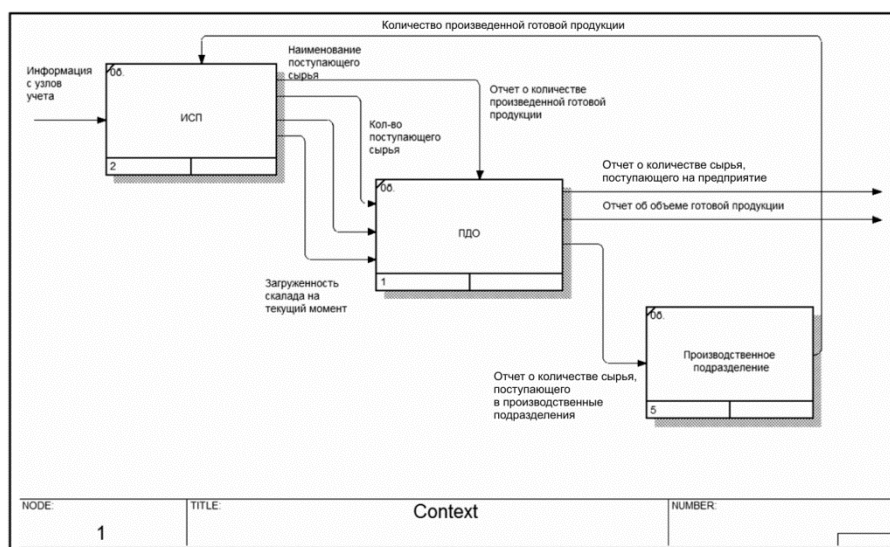


Рис. 5. Учет количества поступающего сырья и отгрузки готовой продукции после внедрения ИСП

Преимущества после внедрения ИСП по оперативному учету количества сырья и готовой продукции представлены в табл. 4.

В соответствии с анализом бизнес-процессов, происходящих в ПДО, установлено, что существуют следующие способы получения и передачи производственной информации:

- локальный сервер;
- телефон;
- обход инженером узлов учета, установленных на трубопроводах.

Таблица 4

Результаты после внедрения ИСП по оперативному учету
количества сырья и готовой продукции

Способ получения информации	Первичный результат	Вторичный результат
Информационная система производства	Сбор информации осуществляется в реальном времени с узлов учета, установленных на трубопроводах	Минимизация затрат времени на получение информации
	Человек не принимает участия в ее передачи	Повышение уровня объективности информации (полноты и достоверности)

Такие способы занимают много времени и существует вероятность получения недостоверной информации.

Предлагается внедрить на предприятии информационную систему производства. Результатом внедрения будет минимизация затрат времени на передачу и получение информации и достижения 100 % ее достоверности. Сравнение способов получения информации до и после внедрения ИСП показано в табл. 5.

Таблица 5

Сравнение способов получения информации

Способ получения информации		Результат
до внедрения ИСП	после внедрения ИСП	Минимизация затрат времени на получение информации. Повышение уровня объективности информации (полноты и достоверности)
Локальный сервер	Информационная система производства	
Телефон		
Обход инженерами узлов учета, установленных на трубопроводах		

Для внедрения и сопровождения ИСП был взят программный продукт PI System (Plant Information System), разработанного американской фирмой OSIsoft [2].

В данной работе представлен фрагмент работы PI System на примере установки демеркаптанзации ШФЛУ [3].

Программа осуществляет передачу данных по OPC протоколу, поэтому для моделирования данного технологического процесса был выбран продукт Matrikon OPC. Интерфейс программного продукта представлен на рис. 6.

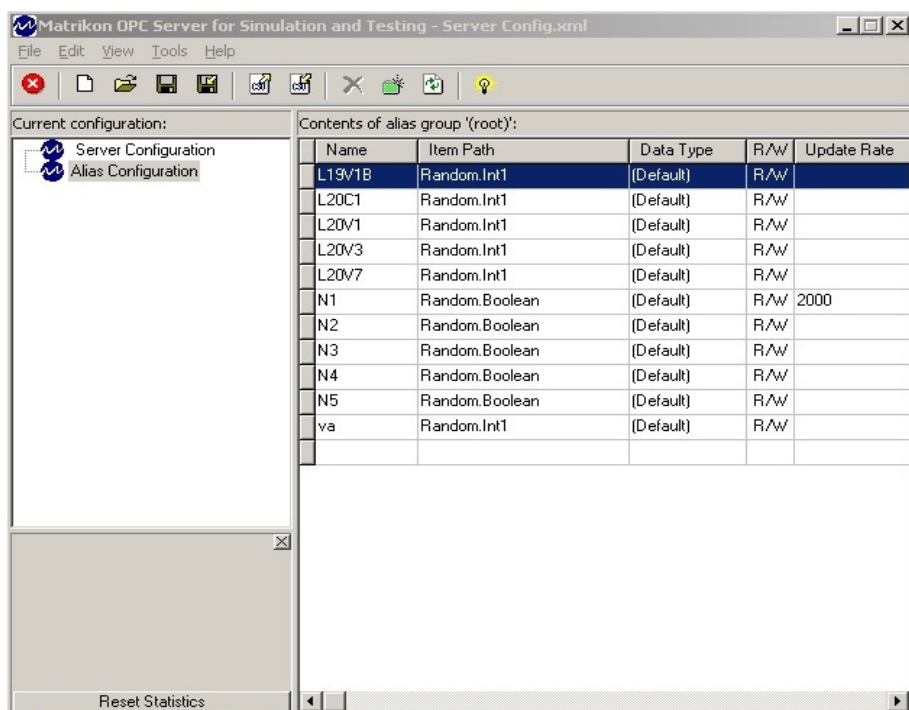


Рис. 6. Интерфейс Matrikon OPC Simulation Server

При создании нового тега, как показано на рис. 7, требуется заполнить следующие поля:

Name – имя тега;

Item Path – путь к нему;

Data type – тип даты (Integer, Real, Data, Time, Boolean);

Update Rate – время обновления;

Read only – только чтение;

Poll When inactive – считывать когда не активен;

Scaling – возможность задавать верхний и нижний предел значения, совершение различным математических и логических операций.

Программный продукт OSIsoft, обеспечивающий прием данных по OPC протоколу и создание конфигурации для клиента, представлен в источнике [3]. Выбираем в данном сегменте локальные сети, как показано на рис. 8. После этого создаем группу тегов (рис. 9).

Добавляем в группу теги, созданные в Matrikon OPC Simulation Server рис. 10 и 11.

После сохранения конфигурации в PI-OPCClient как на рис. 12 файлы opcint.bat и TagList.csv нужно скопировать на компьютер клиента в папку C:\ProgramFiles\PI-System\OPCInterfact и запустить файл opcint.bat.

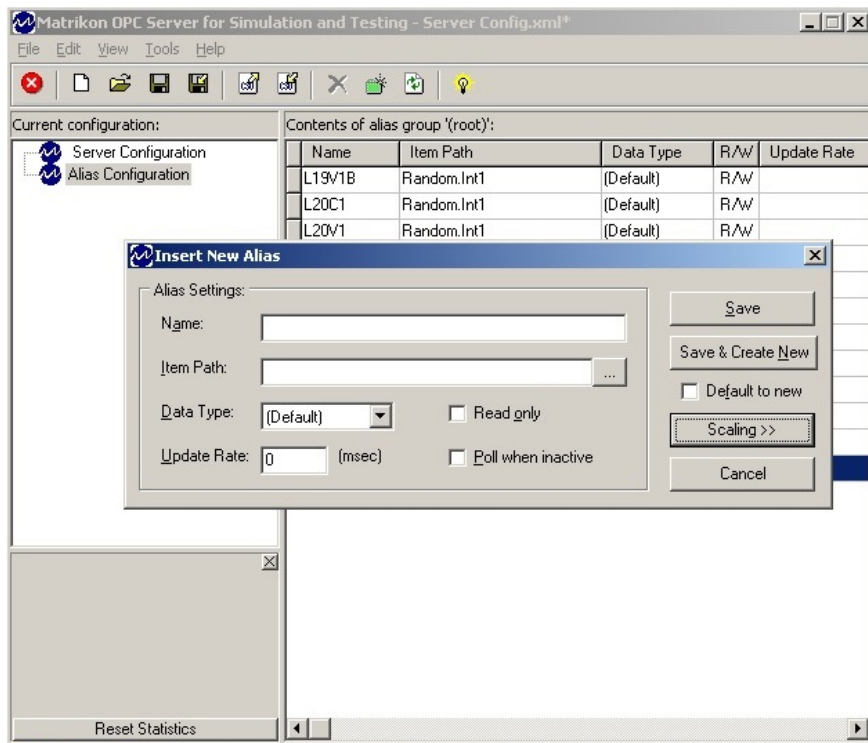


Рис. 7. Создание нового тега в Matrikon OPC Server Simulation

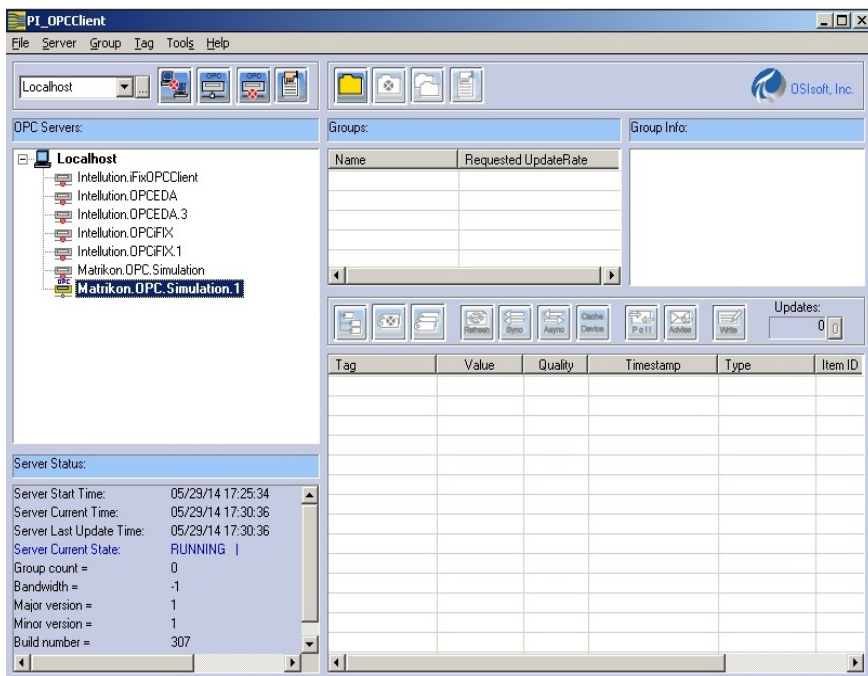


Рис. 8. Интерфейс PI-OPSCClient

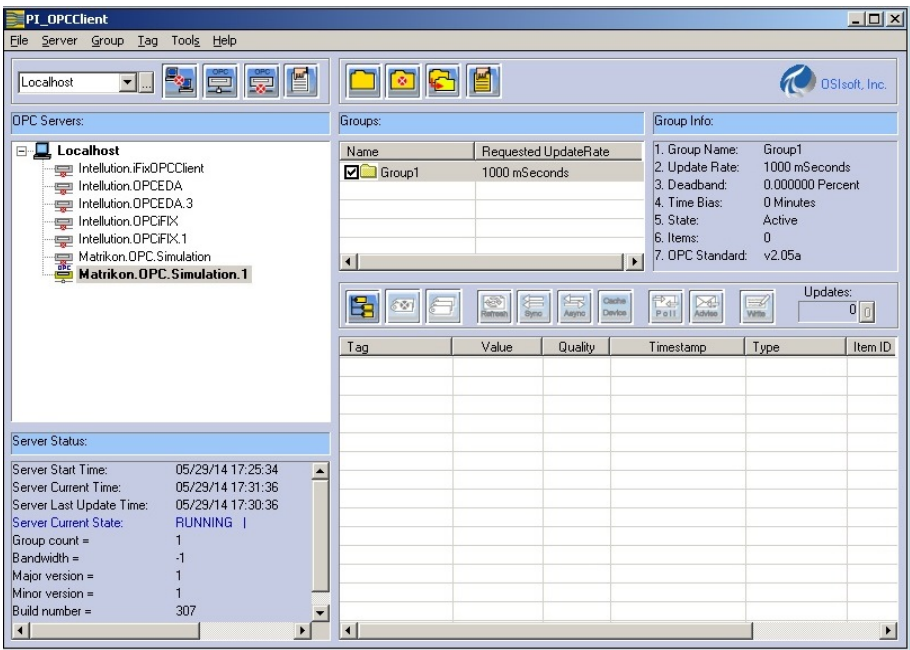


Рис. 9. Создание группы тегов в PI-OPCCClient

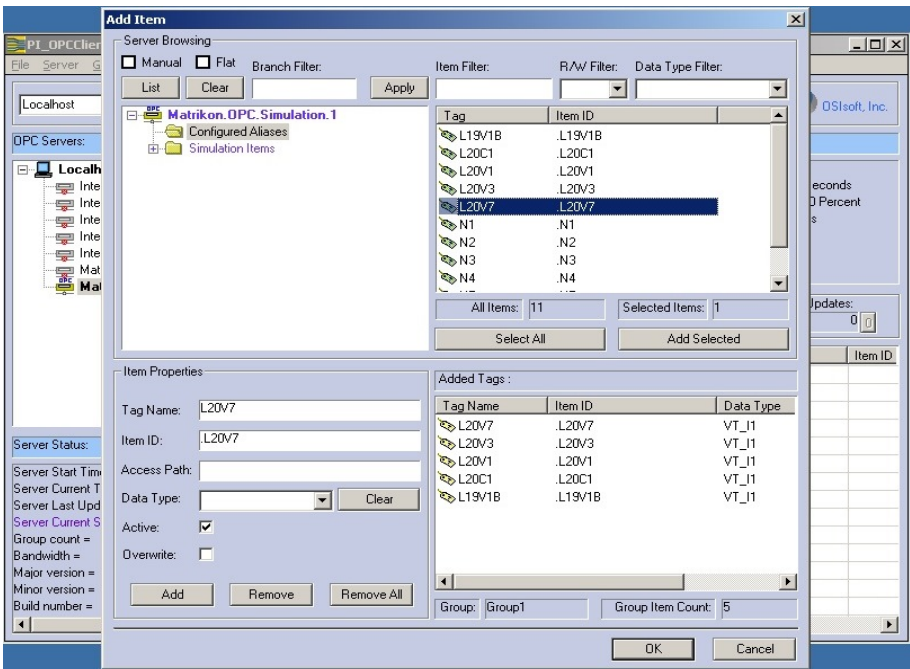


Рис. 10. Добавление тегов в PI-OPCCClient

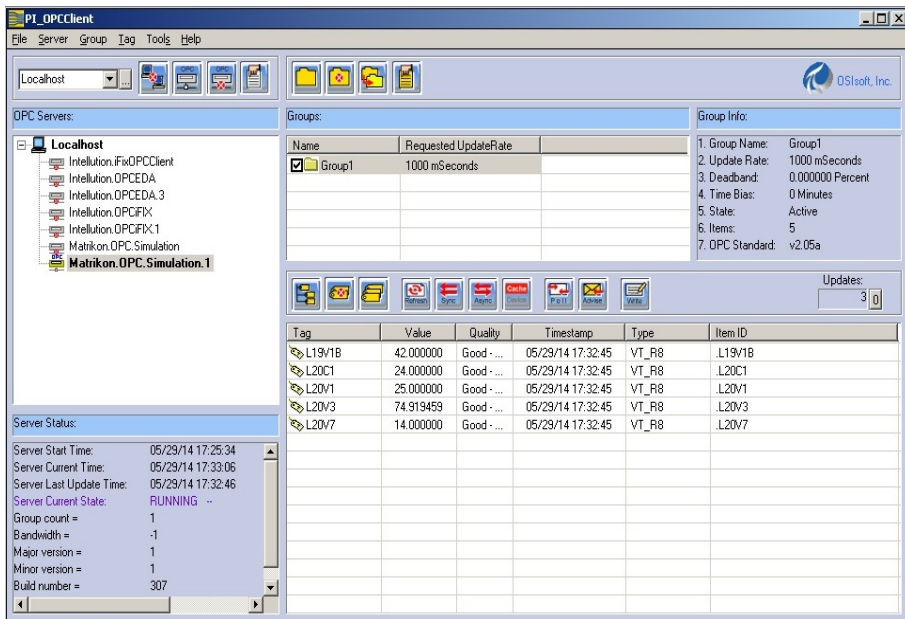


Рис. 11. Добавление тегов в PI-OPCCClient

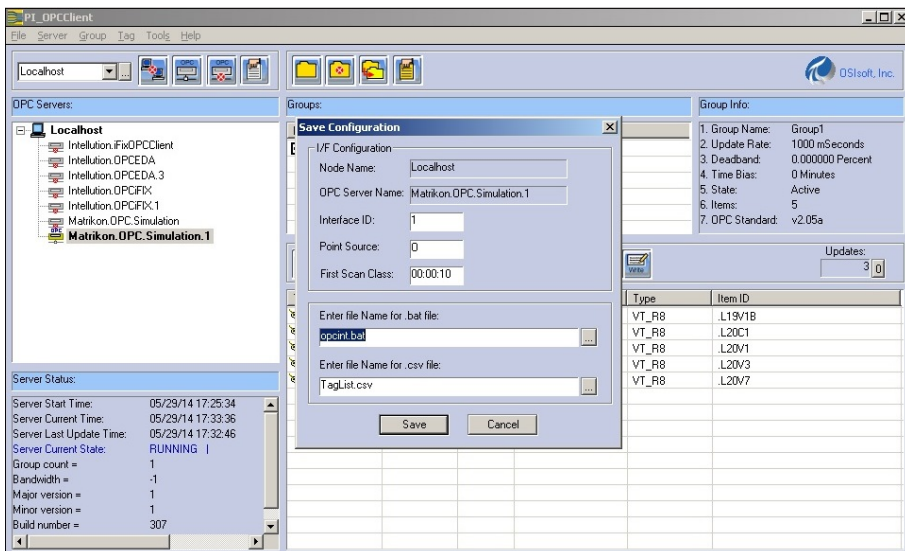


Рис. 12. Сохранение конфигурации в PI-OPCCClient

Далее описан процесс создания мнемосхемы в PI-ProcessBook. В рамках статьи была создана мнемосхема газофракционирующей установки блока демеркаптанизации (рис. 13).

PI-DataLink компонент PI System представляет графический интерфейс для получения данных, а также их дальнейшего расчета в сре-

де Microsoft Office Excel. Для вывода данных используется функция PI-DataLink CompressData (Start Time/End Time). Данная функция позволяет вывести в среду Microsoft Excel данные из архива PI System за интересующий вас период.

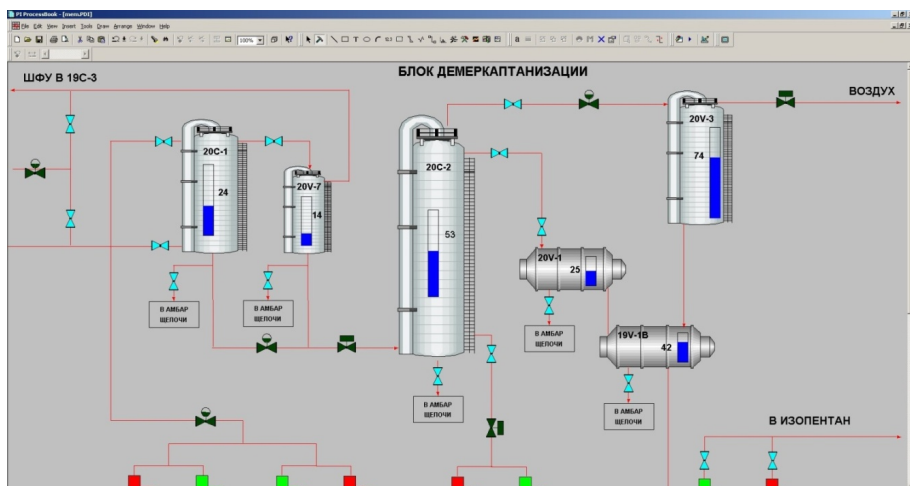


Рис. 13. Мнемосхема блока демеркаптанзации

Для вывода данных из архива (рис. 14) требуется заполнить следующие поля CompressData (Start Time/End Time):

Tagname – имя тега;
 StartTime – начальное время;
 EndTime – конечное время;
 OutputCell – выходная ячейка.

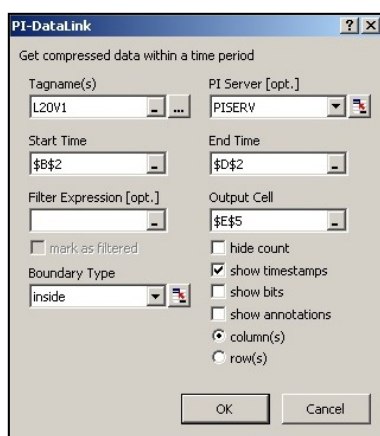


Рис. 14. Конфигурация CompressData (Start Time/End Time)

Результат вывода данных из архива PI System представлен на рис. 15.

Time	Value	Time	Value	Time	Value	Time	Value	Time	Value	Time	Value	Time	Value
19-Jun-14 00:00:06	42	19-Jun-14 00:00:06	24	19-Jun-14 00:00:06	25	19-Jun-14 00:00:06	75	19-Jun-14 00:00:06	14	19-Jun-14 00:00:06	52		
19-Jun-14 00:00:07	38	19-Jun-14 00:00:07	21	19-Jun-14 00:00:07	22	19-Jun-14 00:00:07	71	19-Jun-14 00:00:07	11	19-Jun-14 00:00:07	51		
19-Jun-14 00:00:08	42	19-Jun-14 00:00:08	24	19-Jun-14 00:00:08	25	19-Jun-14 00:00:08	75	19-Jun-14 00:00:08	14	19-Jun-14 00:00:08	54		
19-Jun-14 00:00:12	42	19-Jun-14 00:00:12	24	19-Jun-14 00:00:12	25	19-Jun-14 00:00:12	75	19-Jun-14 00:00:12	14	19-Jun-14 00:00:12	50		
19-Jun-14 00:00:13	39	19-Jun-14 00:00:13	21	19-Jun-14 00:00:13	22	19-Jun-14 00:00:13	70	19-Jun-14 00:00:13	11	19-Jun-14 00:00:13	54		
19-Jun-14 00:00:14	42	19-Jun-14 00:00:14	24	19-Jun-14 00:00:14	25	19-Jun-14 00:00:14	75	19-Jun-14 00:00:14	14	19-Jun-14 00:00:14	54		
19-Jun-14 00:00:17	42	19-Jun-14 00:00:17	24	19-Jun-14 00:00:17	25	19-Jun-14 00:00:17	75	19-Jun-14 00:00:17	14	19-Jun-14 00:00:17	51		
19-Jun-14 00:00:18	39	19-Jun-14 00:00:18	20	19-Jun-14 00:00:18	21	19-Jun-14 00:00:18	71	19-Jun-14 00:00:18	9	19-Jun-14 00:00:18	54		
19-Jun-14 00:00:19	42	19-Jun-14 00:00:19	24	19-Jun-14 00:00:19	25	19-Jun-14 00:00:19	75	19-Jun-14 00:00:19	14	19-Jun-14 00:00:19	54		
19-Jun-14 00:00:20	39	19-Jun-14 00:00:20	24	19-Jun-14 00:00:20	25	19-Jun-14 00:00:20	72	19-Jun-14 00:00:20	14	19-Jun-14 00:00:20	51		
19-Jun-14 00:00:23	42	19-Jun-14 00:00:23	24	19-Jun-14 00:00:23	25	19-Jun-14 00:00:23	75	19-Jun-14 00:00:23	14	19-Jun-14 00:00:23	54		
19-Jun-14 00:00:24	39	19-Jun-14 00:00:24	24	19-Jun-14 00:00:24	25	19-Jun-14 00:00:24	71	19-Jun-14 00:00:24	14	19-Jun-14 00:00:24	50		
19-Jun-14 00:00:25	42	19-Jun-14 00:00:25	23	19-Jun-14 00:00:25	22	19-Jun-14 00:00:25	75	19-Jun-14 00:00:25	14	19-Jun-14 00:00:25	54		
19-Jun-14 00:00:41	42	19-Jun-14 00:00:41	21	19-Jun-14 00:00:41	25	19-Jun-14 00:00:41	70	19-Jun-14 00:00:41	10	19-Jun-14 00:00:41	51		
19-Jun-14 00:00:42	39	19-Jun-14 00:00:42	24	19-Jun-14 00:00:42	25	19-Jun-14 00:00:42	75	19-Jun-14 00:00:42	14	19-Jun-14 00:00:42	54		
19-Jun-14 00:00:43	42	19-Jun-14 00:00:43	24	19-Jun-14 00:00:43	25	19-Jun-14 00:00:43	71	19-Jun-14 00:00:43	14	19-Jun-14 00:00:43	53		
19-Jun-14 00:00:44	39	19-Jun-14 00:00:44	20	19-Jun-14 00:00:44	25	19-Jun-14 00:00:44	74	19-Jun-14 00:00:44	9	19-Jun-14 00:00:44	51		
19-Jun-14 00:00:45	42	19-Jun-14 00:00:45	23	19-Jun-14 00:00:45	25	19-Jun-14 00:00:45	75	19-Jun-14 00:00:45	13	19-Jun-14 00:00:45	54		
19-Jun-14 00:01:04	42	19-Jun-14 00:01:04	24	19-Jun-14 00:01:04	21	19-Jun-14 00:01:04	72	19-Jun-14 00:01:04	14	19-Jun-14 00:01:04	51		
19-Jun-14 00:01:05	39	19-Jun-14 00:01:05	21	19-Jun-14 00:01:05	25	19-Jun-14 00:01:05	75	19-Jun-14 00:01:05	11	19-Jun-14 00:01:05	54		
19-Jun-14 00:01:06	42	19-Jun-14 00:01:06	24	19-Jun-14 00:01:06	25	19-Jun-14 00:01:06	72	19-Jun-14 00:01:06	14	19-Jun-14 00:01:06	51		
19-Jun-14 00:01:08	42	19-Jun-14 00:01:08	22	19-Jun-14 00:01:08	23	19-Jun-14 00:01:08	73	19-Jun-14 00:01:08	11	19-Jun-14 00:01:08	54		
19-Jun-14 00:01:10	39	19-Jun-14 00:01:10	24	19-Jun-14 00:01:10	25	19-Jun-14 00:01:10	71	19-Jun-14 00:01:10	14	19-Jun-14 00:01:10	51		
19-Jun-14 00:01:11	42	19-Jun-14 00:01:11	21	19-Jun-14 00:01:11	25	19-Jun-14 00:01:11	75	19-Jun-14 00:01:11	14	19-Jun-14 00:01:11	54		
19-Jun-14 00:01:26	41	19-Jun-14 00:01:26	24	19-Jun-14 00:01:26	25	19-Jun-14 00:01:26	71	19-Jun-14 00:01:26	10	19-Jun-14 00:01:26	52		
19-Jun-14 00:01:27	38	19-Jun-14 00:01:27	21	19-Jun-14 00:01:27	25	19-Jun-14 00:01:27	75	19-Jun-14 00:01:27	13	19-Jun-14 00:01:27	50		
19-Jun-14 00:01:28	42	19-Jun-14 00:01:28	20	19-Jun-14 00:01:28	25	19-Jun-14 00:01:28	72	19-Jun-14 00:01:28	14	19-Jun-14 00:01:28	54		
19-Jun-14 00:01:33	42	19-Jun-14 00:01:33	24	19-Jun-14 00:01:33	25	19-Jun-14 00:01:33	75	19-Jun-14 00:01:33	14	19-Jun-14 00:01:33	54		
19-Jun-14 00:01:34	37	19-Jun-14 00:01:34	20	19-Jun-14 00:01:34	25	19-Jun-14 00:01:34	72	19-Jun-14 00:01:34	14	19-Jun-14 00:01:34	49		
19-Jun-14 00:01:35	42	19-Jun-14 00:01:35	24	19-Jun-14 00:01:35	22	19-Jun-14 00:01:35	74	19-Jun-14 00:01:35	14	19-Jun-14 00:01:35	54		
19-Jun-14 00:01:38	39	19-Jun-14 00:01:38	24	19-Jun-14 00:01:38	25	19-Jun-14 00:01:38	72	19-Jun-14 00:01:38	9	19-Jun-14 00:01:38	50		
19-Jun-14 00:01:39	42	19-Jun-14 00:01:39	20	19-Jun-14 00:01:39	23	19-Jun-14 00:01:39	75	19-Jun-14 00:01:39	14	19-Jun-14 00:01:39	54		
19-Jun-14 00:01:41	39	19-Jun-14 00:01:41	24	19-Jun-14 00:01:41	25	19-Jun-14 00:01:41	74	19-Jun-14 00:01:41	14	19-Jun-14 00:01:41	51		
19-Jun-14 00:01:43	42	19-Jun-14 00:01:43	23	19-Jun-14 00:01:43	25	19-Jun-14 00:01:43	71	19-Jun-14 00:01:43	9	19-Jun-14 00:01:43	53		
19-Jun-14 00:01:57	42	19-Jun-14 00:01:57	21	19-Jun-14 00:01:57	25	19-Jun-14 00:01:57	75	19-Jun-14 00:01:57	14	19-Jun-14 00:01:57	54		
19-Jun-14 00:01:58	39	19-Jun-14 00:01:58	24	19-Jun-14 00:01:58	22	19-Jun-14 00:01:58	71	19-Jun-14 00:01:58	14	19-Jun-14 00:01:58	51		
19-Jun-14 00:01:59	42	19-Jun-14 00:01:59	24	19-Jun-14 00:01:59	25	19-Jun-14 00:01:59	75	19-Jun-14 00:01:59	11	19-Jun-14 00:01:59	54		
19-Jun-14 00:02:00	39	19-Jun-14 00:02:00	21	19-Jun-14 00:02:00	25	19-Jun-14 00:02:00	73	19-Jun-14 00:02:00	14	19-Jun-14 00:02:00	51		
19-Jun-14 00:02:03	42	19-Jun-14 00:02:03	24	19-Jun-14 00:02:03	21	19-Jun-14 00:02:03	73	19-Jun-14 00:02:03	14	19-Jun-14 00:02:03	54		
19-Jun-14 00:02:04	39	19-Jun-14 00:02:04	24	19-Jun-14 00:02:04	25	19-Jun-14 00:02:04	70	19-Jun-14 00:02:04	11	19-Jun-14 00:02:04	51		
19-Jun-14 00:02:05	42	19-Jun-14 00:02:05	21	19-Jun-14 00:02:05	25	19-Jun-14 00:02:05	75	19-Jun-14 00:02:05	14	19-Jun-14 00:02:05	54		
19-Jun-14 00:02:24	42	19-Jun-14 00:02:24	24	19-Jun-14 00:02:24	22	19-Jun-14 00:02:24	74	19-Jun-14 00:02:24	14	19-Jun-14 00:02:24	50		
19-Jun-14 00:02:25	39	19-Jun-14 00:02:25	24	19-Jun-14 00:02:25	25	19-Jun-14 00:02:25	69	19-Jun-14 00:02:25	10	19-Jun-14 00:02:25	54		
19-Jun-14 00:02:26	42	19-Jun-14 00:02:26	21	19-Jun-14 00:02:26	25	19-Jun-14 00:02:26	74	19-Jun-14 00:02:26	14	19-Jun-14 00:02:26	52		
19-Jun-14 00:02:29	38	19-Jun-14 00:02:29	24	19-Jun-14 00:02:29	20	19-Jun-14 00:02:29	71	19-Jun-14 00:02:29	14	19-Jun-14 00:02:29	54		
19-Jun-14 00:02:30	42	19-Jun-14 00:02:30	24	19-Jun-14 00:02:30	25	19-Jun-14 00:02:30	75	19-Jun-14 00:02:30	11	19-Jun-14 00:02:30	50		
19-Jun-14 00:02:32	42	19-Jun-14 00:02:32	24	19-Jun-14 00:02:32	21	19-Jun-14 00:02:32	71	19-Jun-14 00:02:32	14	19-Jun-14 00:02:32	54		

Рис. 15. Вывод данных из архива

Таким образом, в результате работы была обоснована целесообразность применения системы автоматизации PI System для управления производственными процессами предприятия газопереработки, а также разработан фрагмент базы управления производственно-диспетчерской информацией ПДО на базе PI System.

Экономическая эффективность внедрения PI System достигается за счет повышения производительности персонала, качества и своевременности принимаемых решений. Внедрение информационной системы производства сокращает время незапланированного простоя оборудования, благодаря своевременному техническому обслуживанию, уменьшаются затраты с помощью приложений, оптимизирующих технологические процессы. Также снижается аварийность производства и выявляются неисправности измерительного и технологического оборудования. В работе осуществлен анализ и произведен реинжиниринг функций ПДО с использованием методологии функционального моде-

лирования IDEF 3.0. Для внедрения PI System сформулированы требования, предъявляемые к системе, произведен выбор соответствующего оборудования, разработана рабочая и эксплуатационная документация на данную систему.

Результаты работы могут быть использованы совместно с алгоритмами управления и оптимизации технологических процессов, изложенными в источниках [4–16].

Список литературы

1. КРОК: сайт. – URL: <http://www.croc.ru> (дата обращения: 15.02.2018).
2. OSIsoft: сайт. – URL: <http://www.osisoft.ru> (дата обращения: 18.02.2018).
3. ИндаСофт: сайт. – URL: <http://www.indusoft.ru> (дата обращения: 19.02.2018).
4. Плехов В.Г., Шумихин А.Г., Кондрашов С.Н. Разработка и исследование алгоритмов системы управления процессом каталитического риформинга бензиновых фракций // Автоматизация и современные технологии. – 2008. – № 11. – С. 14–21.
5. Плехов В.Г., Кондрашов С.Н., Шумихин А.Г. Применение многоуровневой математической модели каталитического риформинга бензиновых фракций в системе управления промышленными установками // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 7. – С. 37–42.
6. Управление распределением сырья между параллельно работающими установками каталитического риформинга бензинов / С.Н. Кондрашов, А.Е. Пигасов, Н.И. Берсенева, А.В. Попова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2016. – № 2. – С. 17–29.
7. Кондрашов С.Н., Соромотин Д.С. Управление процессом экстрактивной дистилляции ароматических углеводородов на основе нечеткой процедурной модели // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2017. – № 1. – С. 37–52.
8. Использование термодинамических зависимостей для управления ректификационной колонной на установке замедленного коксования / С.Н. Кондрашов, П.Н. Парамонов, А.Г. Шумихин, Н.И. Берсенева // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 2. – С. 32–35.
9. Кондрашов С.Н., Бурдин И.С. Система непрерывной идентификации и управления качеством продуктов первичной переработки нефти // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2016. – № 4. – С. 27–45.
10. Кондрашов С.Н., Власов С.А. Автоматическое регулирование теплового режима ректификационной колонны разделения бензина на фракции // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического

университета. Химическая технология и биотехнология. – 2016. – № 2. – С. 30–38.

11. Вялых И.А., Шумихин А.Г., Кондрашов С.Н. Нечеткое управление реакторным блоком установки каталитического крекинга // Автоматизация в промышленности. – 2010. – № 7. – С. 53–58.

12. Белова Д.В., Кондрашов С.Н. Информационная компьютерная поддержка управления качеством топлива марки РТ для реактивных двигателей // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2009. – № 10. – С. 135–138.

13. Кондрашов С.Н., Мустафин А.И., Буракова А.Е. Управление процессом ректификации бензиновых фракций с использованием аналитической зависимости «температура – давление – качество дистиллята» // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 1. – С. 59–61.

14. Развитие топливного комплекса ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» / В.Ю. Жуков, В.И. Якунин, В.А. Крылов, В.С. Питиримов, В.В. Вустин, С.Н. Кондрашов // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2008. – № 8. – С. 5–9.

15. Разработка и эксплуатация струйных перемешивающих устройств в резервуарах парка смешения топлив / В.В. Миняйло, С.Н. Кондрашов, А.В. Никонов, И.А. Волков // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2008. – № 8. – С. 47–49.

References

1. CROC, available at: <http://www.croc.ru> (accessed 15 February 2018).
2. OSIssoft, available at: <http://www.osissoft.ru> (accessed 18 February 2018).
3. Indusoft, available at: <http://www.indusoft.ru> (accessed 19 February 2018).
4. Plekhov V.G., Shumikhin A.G., Kondrashov S.N. Razrabotka i issledovanie algoritmov sistemy upravleniya protsessom kataliticheskogo riforminga benzinovykh fraktsii [Development and research of algorithms of process control system for catalytic reforming of gasoline fractions]. *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii*, 2008, no. 11, pp. 14–21.
5. Plekhov V.G., Kondrashov S.N., Shumikhin A.G. Primenenie mnogourovnevoi matematicheskoi modeli kataliticheskogo riforminga benzinovykh fraktsii v sisteme upravleniya promyshlennymi ustanovkami [The use of multi-level mathematical model of catalytic reforming of gasoline fractions in the control system of industrial unit]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2009, no. 7, pp. 37–42.
6. Kondrashov S.N., Pigasov A.E., Berseneva N.I., Popova A.V. Upravlenie raspredeleniem syr'ia mezhdu parallel'no rabotaiushchimi ustanovkami kataliticheskogo riforminga benzinov [Managing the distribution-lenient raw material management between the parallel operating catalytic reforming gasoline]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologii*, 2016, no. 2, pp. 17–29.
7. Kondrashov S.N., Soromotin D.S. Upravlenie protsessom ekstraktivnoi distillatsii aromatischeskikh uglevodorodov na osnove nechetkoi protsedurnoi modeli [Process

control of the extractive distillation of aromatics based on fuzzy procedural model]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya*, 2017, no. 1, pp. 37-52.

8. Kondrashov S.N., Paramonov P.N., Shumikhin A.G., Berseneva N.I. Ispol'zovanie termodinamicheskikh zavisimostei dlia upravleniya rektifikatsionnoi kolonnoi na ustanovke zamedlennogo koksovaniia [Use of thermodynamic dependencies to control the distillation column in a delayed coking unit]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2016, no. 2, pp. 32-35.

9. Kondrashov S.N., Burdin I.S. Sistema nepreryvnoi identifikatsii i upravleniya kachestvom produktov pervichnoi pererabotki nefti [System of continuous identification and management of the quality of primary oil refining products]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya*, 2016, no.4, pp. 27-45.

10. Kondrashov S.N., Vlasov S.A. Avtomaticheskoe regulirovanie teplovogo rezhima rektifikatsionnoi kolonny razdeleniya benzina na fraktsii [Automatic control of the thermal state of separation fractionator for gasoline fractions]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya*, 2016, no. 2, pp. 30-38.

11. Vialykh I.A., Shumikhin A.G., Kondrashov S.N. Nechetkoe upravlenie reaktornym blokom ustanovki kataliticheskogo krekinga [Unclear control of the reactor unit of the catalytic cracking unit]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2010, no. 7, pp. 53-58.

12. Belova D.V., Kondrashov S.N. Informatsionnaya komp'yuternaya podderzhka upravleniya kachestvom topliva marki RT dlia reaktivnykh dvigatelei [Information computer support managing deposits of PT brand quality jet fuel]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya*, 2009, no. 10, pp. 135-138.

13. Kondrashov S.N., Mustafin A.I., Burakova A.E. Upravlenie protsessom rektifikatsii benzinovykh fraktsii s ispol'zovaniem analiticheskoi zavisimosti «temperatura – davlenie – kachestvo distillata» [Management of process of rectification of petrol fractions with use of analytical dependence "temperature – pressure – quality of distillate"]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2014, no. 1, pp. 59-61.

14. Zhukov V. Iu., Iakunin V.I., Krylov V.A., Pitirimov V.S., Vustin V.V., Kondrashov S.N. Razvitie toplivnogo kompleksa OOO «LUKOIL-Permnefteorgsintez» [Development of a fuel complex LUKOIL-Permnefteorgsintez]. *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tehnicheskie dostizheniya i peredovoi opyt*, 2008, no. 8, pp. 5-9.

15. Minailo V.V., Kondrashov S.N., Nikonov A.V., Volkov I.A. Razrabotka i ekspluatatsiya struinykh peremeshivaiushchikh ustroystv v rezervuarakh parka smesheniya topliv [Development and operation of the jet mixing devices in tanks of the park of mixture of fuels]. *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tehnicheskie dostizheniya i peredovoi opyt*, 2008, no. 8, pp. 47-49.

Получено 19.03.2018

Об авторах

Кондрашов Сергей Николаевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 9, корпус Б, e-mail: Sergej.Kondrashov@pnos.lukoil.com).

Солодченков Владимир Михайлович (Пермь, Россия) – магистрант кафедры автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 9, корпус Б, e-mail: vsolodchenkov@gmail.com).

About the authors

Sergei N. Kondrashov (Perm, Russian Federation) – Ph.D. of Technical sciences, Associate professor, Department of automation of technological processes, Perm National Research Polytechnic University (9, Building B, Professor Pozdeyev str., Perm, 614013, e-mail: Sergej.Kondrashov@pnos.lukoil.com).

Vladimir M. Solodchenkov (Perm, Russian Federation) – Undergraduate student, Department of automation of technological processes, Perm National Research Polytechnic University (9, Building B, Professor Pozdeyev str., Perm, 614013, e-mail: vsolodchenkov@gmail.com).