

ИНФОРМАЦИОННОЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 004.45

[https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4\(45\)-52-57](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4(45)-52-57)Сидоренко Н.С.^{1,2}, Логунова О.С.², Тяжельникова Л.Ю.¹, Аркулис Н.В.^{2,3}¹ ИТЦ «Аусферр», г. Магнитогорск² Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова³ АО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ»ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХРАНИЛИЩА ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:
ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ

Целью исследования является повышение эффективности функционирования Хранилища технологических данных в системе управления многостадийным металлургическим производством с последовательной увязкой по иерархическим уровням и интеграцией в единую систему сбора и обработки информации. В ходе исследования выполнен анализ количества записей в Хранилище технологических данных, анализ предпосылок трансформации структуры Хранилища технологических данных для крупного металлургического предприятия с полным циклом и разработана концепция трансформации структуры хранилища технологических данных, включающая определение основной сущности: основная единица продукции, переходящая по заданным траекториями обработки; принцип расщепления основной единицы продукции на элементы при прохождении траектории обработки по металлургическим переделам; определение основных траекторий продвижения единицы продукции и ее элементов по подразделениям предприятия (цехам); наращивание информационного потока в реальном времени при продвижении единицы продукции и ее элементов по выбранной траектории. Исследование проведено в 2017-2019 гг. для условий ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» при участии Исследовательско-технологического центра «Аусферр». При проведении исследования применялся метод концептуального моделирования для анализа материальных и информационных потоков. Разработанная концепция построения Хранилища технологических данных на основе платформы Oracle DataBase 12c обеспечивает введение основной единицы продукции и ее элементов, переходящих по заданным траекториями обработки с наращиванием информационного потока в реальном времени. Новая концепция построения Хранилища технологических данных позволила повысить эффективность доступа и извлечения накопленной информации для проведения аналитической работы с выборками из массивов большой размерности.

Ключевые слова: хранилище технологических данных, металлургическое предприятие, базы данных, системы управления базами данных, информационные системы, базовая единица продукции, элементы единицы продукции.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации в 2019 г. определен переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Развитие новых информационных технологий сбора, хранения, передачи и обработки информации позволяют в полной мере реализовать указанное приоритетное направление. Первые зачатки информационных хранилищ крупных производственных предприятий закладывались более 20 лет назад и в их основу заложены аппаратные и программные платформы, соответствующие своему времени [1, 2]. Бурное развитие новых технологических процессов в настоящее время привело к противоречию между вызовами многостадийности производства и разрозненными информационными системами, затрудняющими процесс построения информационной структуры для всего комплекса переделов при получении готовой продукции.

Анализ теоретических и практических разработок в области построения и извлечения данных из хранилищ показал, что наибольшее количество исследований посвящено решению проблем, связанных с:

- построением интеграционного слоя для обработки информации и принятия решений о синтезе новых производственных и технологических процессов с использованием распределенных баз данных [3-6];
- организацией эффективного доступа к данным на основе аналитических запросов к хранилищу для получения и совместного использования релевантной информации внутренними и внешними партнерами [7-10];
- разработкой методов и методик, ориентированных на принятие решений с интегрированными данными с учетом истории технологических процессов и производств, для большого количества записей [11-15].

Указанные проблемы остаются актуальными и для современных крупных металлургических предприятий.

Крупные металлургические предприятия Российской Федерации, такие как ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «Северсталь» и др., имеют полный цикл производства готовой продукции. Этот цикл охватывает основные производственные процессы: доменное производство, выплавка стали в кислородных конвертерах и электродуговых сталеплавильных печах, внепечную обработку стали, непрерывную разливку стали, нагрев заготовок и обработку металлов давлением. Оценка количества информации за 18 месяцев, сопровождающих производство по основным пределам металлургического производства, показала результаты, приведенные на **рис. 1**. Общее количество записей по всем переделам составляет 116 млн строк объемом 1,09 эксабайт.

На рис. 1 и 2 введены обозначения: ВС – выплавка стали; ВПО – внепечная обработка стали; НРС – непрерывная разливка стали.

Оценка размерности информации в хранилище данных показала, что массив может быть отнесен к категории Big Data.

В настоящее время технологиям Big Data посвящено множество исследований как российских, так и зарубежных авторов. Среди них можно отметить:

- анализ тенденции развития рынка программного обеспечения для Big Data [16-18];
- расширение областей использования технологий Big Data от общественных до индустриальных [19-22].

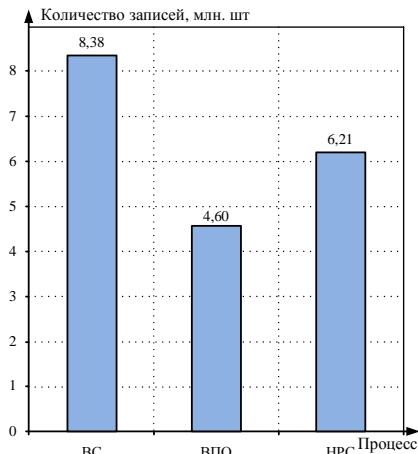


Рис. 1. Результаты количественного анализа информации, сопровождающей продукцию по конвертерному производству

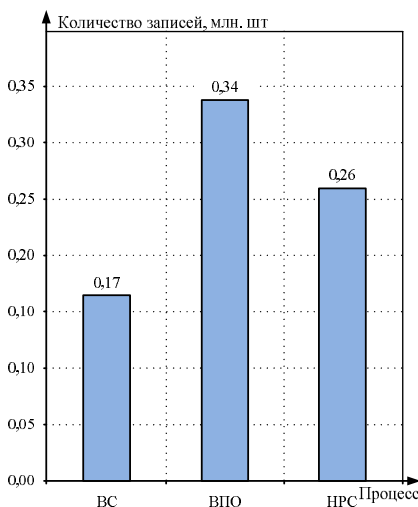


Рис. 2. Результаты количественного анализа информации, сопровождающей продукцию по электросталеплавному производству

В настоящее время ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ПАО «ММК») – это предприятие с развитой инфраструктурой систем автоматизации, включающей все уровни: автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) агрегатов, полнофункциональный уровень управления производственными процессами (manufacturing execution system – MES) в подразделениях, система управления ресурсами компании (Enterprise Resource Planning – ERP) на корпоративном уровне. Каждый цех предприятия оснащен отдельной MES. Независимость MES по подразделениям привело к существованию разнородных и разноплановых MES. Не все существующие системы современны в плане интегрируемости с другими корпоративными системами или смежными MES. В корпоративных информационных системах металлургического предприятия развернуты независимые базы данных, и пользователи аналитических отделов тратят сотни часов рабочего времени на поиск, сбор и сопоставление релевантной информации.

Консолидирование разрозненных MES привело к интеграции данных в единую информационную систему с использованием Хранилищ технологических данных (ХТД) и анализа данных. Технология интеграции данных предназначена для эффективной консолидации сведений из нескольких разнотипных источников, при этом исходные данные остаются под контролем систем-источников и извлекаются по требованию потребителя для интегрированного доступа. В свою очередь, аналитики с применением методов, методик и алгоритмов оперируют с консолидированными данными, извлекая информацию, соответствующую запросам пользователя.

На основе результатов проведенного информационно-теоретического анализа выявлены:

- противоречие, возникающее между новыми структурами больших массивов данных и устаревшими программно-аппаратными комплексами, неспособными эффективно реализовывать информационные процессы для оперативного использования в автоматизированных системах управления технологическими процессами для крупных предприятий;
- основные проблемы построения интеграционного слоя MES для обработки больших массивов данных, объем которых для крупных предприятий достигает сотни эксабайт и для которых характерна генетическая (наследственная) траектория формирования значений;
- наличие современных теоретических и технических предпосылок, которые определяют необходимость трансформации структуры хранилищ данных для информационных систем крупных предприятий.

Предпосылки трансформации структуры

Хранилища технологических данных для крупного металлургического предприятия

До настоящего времени, несмотря на развитие теории и практики построения информационных хранилищ данных, остается проблема извлечения полной и достоверной информации о состоянии полуфабриката по всей длине технологической цепочки многостадийного производства. Решение этой проблемы требует создания интегрированного информационного пространства предприятия.

Основа такой системы была реализована в 2001 г. при создании первого хранилища технологических данных под управлением СУБД Sybase ASA 16. В ходе эксплуатации построенного хранилища выявлены недостатки, снижающие эффективность работы системы:

- существенные временные затраты при формировании отчетных документов;
- отсутствие полного списка технологических параметров, которые могут быть зафиксированы в хранилище и необходимы для анализа текущего состояния оборудования и полуфабриката на технологической линии.

В 2018 г. принято решение о замене платформы Sybase ASA 16 и репликации хранилища данных на платформу Oracle 12c. Выбор новой платформы определен ее преимуществами:

- представлена поддержка механизмов хранения и обработки больших массивов структурированных данных объемом до 100 терабайт;

- допускает достаточно большое количество пользователей (около 250 пользователей системы) с параллельным выполнением различных функциональных задач, таких как: контроль выполнения технологии, контроль выполнения качественных показателей, анализ технологии производства статистическими методами SPC, анализ измерительных систем методом MSA, формирование сквозных отчетов с учетом многостадийного производства, контроль выполнения заказов;

- сохранение высокой производительности, выполнения транзакций независимо от количества пользователей и времени работы системы;
- высокая отказоустойчивость, не приводящая к остановке работы с данными хранилища.

Расширенные возможности выбранной технологической платформы Oracle 12c позволили выполнить усовершенствование структуры хранения данных. Фрагмент схемы хранилища технологических данных, построенного на СУБД Sybase ASA, приведен на **рис. 3**.

Основным недостатком ранее использованной структуры хранилища технологических данных являлся отсутствие горизонтальных информационных потоков при переходе продукции между переделами.

В связи с этим до настоящего времени не рассматривается возможность установления причин получения продукции пониженного качества с учетом технологических особенностей предыдущих переделов и качества загружаемого сырья.

Таким образом, изменение программной платформы для реализации хранилища технологических данных многостадийного металлургического производства позволяет перейти к новым эффективным способам хранения больших данных, реализации алгоритмов для быстрого извлечения данных и организацию горизонтальных информационных взаимосвязей для последующей полноценной оценки причин получения продукции пониженного качества.

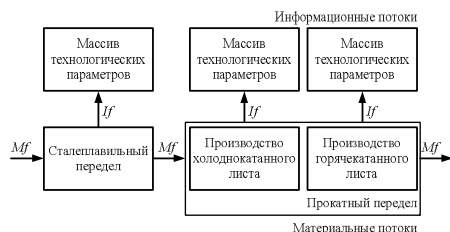


Рис. 3. Фрагмент схемы хранилища технологических данных, построенного на СУБД Sybase ASA:

M_f – материальные потоки; I_f – информационные потоки

КОНЦЕПЦИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

Трансформация структуры хранилища технологических данных на платформе Oracle 12c выполнена на следующих концепциях:

1) определение основной сущности: основная единица продукции, переходящая по заданным траекториям обработки;

2) разделение основной единицы продукции на элементы при прохождении траектории обработки по металлургическим переделам;

3) определение основных траекторий продвижения единицы продукции и ее элементов по подразделениям предприятия (цехам);

4) наращивание информационного потока в реальном времени при продвижении единицы продукции и ее элементов по выбранной траектории.

Фрагмент обобщенной схемы продвижения единицы продукции и ее элементов по подразделениям ПАО «ММК» приведен на **рис. 4**.

На **рис. 4** введены обозначения: Агрегат – один из металлургических агрегатов, характерных для передела А; БЕП – базовая единица продукции; ЭБЕП – элемент базовой единицы продукции.

Если принято, что Агрегат A_{11} – кислородный конвертер, Агрегат A_{21} – агрегат внепечной обработки стали и Агрегат A_{31} – машина непрерывного литья заготовок, то получим схему продвижения жидкой стали (БЕП(A_{11})), полученной в конвертере, до получения непрерывнолитых заготовок (БЕП(A_{11}, A_{21}, A_{31})) = {ЭБЕП(A_{11}, A_{21}, A_{31}), i)}, порезанных на мерные длины и переходящих в следующие переделы обработки (Передел Б, Передел В).

В структуре одного из крупнейшего металлургического предприятия ПАО «ММК» в основную производственную цепочку включены: два сталеплавильных цеха, четыре горячекатаных цеха и группа холоднокатаных цехов с десятками агрегатов в каждом из них.

Исходя из условий многостадийности и многовариантности траекторий производства готовой продукции, при создании полного информационного сопровождения потребовалось консолидировать все действующие MES и для полного анализа данных выполнить интеграцию с ERP-системой. Схема консолидированного хранилища технологических данных, построенного на СУБД Oracle 12c, приведена на **рис. 5**.

Передел А

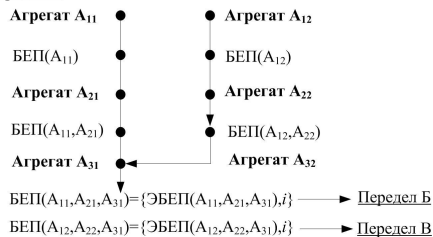


Рис. 4. Траектории продвижения единицы продукции по основным переделам производства

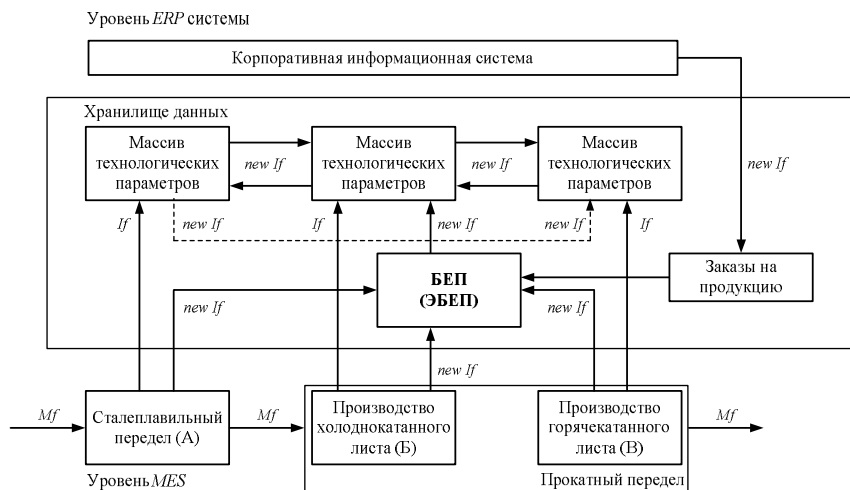


Рис. 5. Схема консолидированного хранилища технологических данных, построенного на СУБД Oracle 12c

На рис. 5 отображены новые информационные потоки (*new If*), которые позволяют осуществить накопление информации по результатам непрерывного мониторинга технологических процессов на каждом переделе и каждом агрегате для каждого элемента базовой единицы продукции.

Хранилище, построенное с использованием программной платформы Oracle 12c, реализовано по классической многомерной схеме «Звезда», имеющей в центре таблицу фактов и присоединенные к ней таблицы измерений. Таблицы измерений и таблица факта соединяются идентифицирующими связями. Первичные ключи родительских таблиц являются внешними ключами дочерних. В таблицах измерений хранятся атрибуты объектов, претерпевающих относительно редкие изменения, напрямую не влияющие на таблицу фактов. В таблице фактов хранятся данные о событиях, связанные с объектами из таблиц измерений. События характеризуются частыми изменениями от записи к записи и значительным объемом таблицы. Таблицы фактов содержат временные метки события и обязательно числовые характеристики события.

Исходя из классической схемы многомерной базы данных, таблицей измерения является единица продукции (плавка, рулон, лист, бунт, пачка и т.д.). Таблица фактов содержит технологические параметры агрегатов структурного подразделения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ теоретических и практических исследований в области построения хранилищ технологических данных и их структуры показал, что в настоящее время активно развиваются технологии консолидированного интеграционного слоя для хранения и обработки больших массивов данных, к которым относятся информационные массивы крупных металлургических предприятий.

2. Существующая структура хранилища технологических данных, построенная на технологии СУБД Sybase ASA, не обеспечивает требуемого в настоящее

время непрерывного мониторинга и организации информационных связей при переходе продукции между переделами металлургического производства.

3. Разработанная концепция построения хранилища технологических данных на основе платформы Oracle DataBase 12c обеспечивает введение основной единицы продукции и ее элементов, переходящих по заданным траекториям обработки с наращением информационного потока в реальном времени.

4. Новая концепция построения хранилища технологических данных позволяет повысить эффективность доступа и извлечения накопленной информации для проведения аналитической работы с выборками из массивов большой размерности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стародубцев М.В. Интеграция цеховых АСУ с корпоративной информационной системой ОАО «ММК» // Сб. тр. Всеросс. науч.-техн. конф. «Создание и внедрение корпоративных информационных систем (КИС) на промышленных предприятиях Российской Федерации». Магнитогорск: ИПЦ ООО «Проф-Принт», 2005. С. 405-411.
2. Принципы реализации корпоративной системы управления НСИ ОАО «ММК» И.В. Вьер, Д.С. Каплан, В.В. Курбан, В.Л. Арлазаров, П.К. Берзигияров, Н.В. Скворцов. // Сб. тр. Всеросс. науч.-техн. конф. «Создание и внедрение корпоративных информационных систем (КИС) на промышленных предприятиях Российской Федерации». Магнитогорск: ИПЦ ООО «Проф-Принт», 2007.
3. Миронов В.В., Гусаренко А.С., Юсупова Н.И. Ситуационно-ориентированные базы данных как виртуальный интеграционный слой в ВЕБ-приложениях // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS2016): сб. 2016. С. 123-128.
4. Мясловский В.А., Логунова О.С. Концептуальные модели построения интеграционного слоя: модель информационных потоков и реализации обратной связи // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. №3. С. 17-23.
5. Merv Adrian, Colin White. Beyond the Traditional Data Warehouse // 2010 TechTarget, BI Research, IT Market Strategy, pp. 4-10.

6. Payam Barnaghi, Amit Sheth, Cory Henson From Data to Actionable Knowledge: Big Data Challenges in the Web of Things // IEEE Intelligent Systems 2013.06 Nov.-Dec. 2013, vol. 28, pp. 6-11.
7. Xueyuan Su, Garret Swart Oracle in-database hadoop: when mapreduce meets RDBMS // SIGMOD '12 Proceedings of the 2012 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp. 779-790.
8. Голов Н.И., Кравченко Т.К. Проектирование хранилища данных для решения задач Big Data // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2014. № 1(153). С. 56-61.
9. Ravi Murthy, Eric Sedlar. Flexible and efficient access control in oracle // SIGMOD '07 Proceedings of the 2007 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp. 973-980.
10. Sunil Chakkappen, Thierry Cruanes, Benoit Dageville, Linan Jiang, Uri Shaft, Hong Su, Mohamed Zait. Efficient and scalable statistics gathering for large databases in Oracle 11g // SIGMOD '08 Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp. 1053-1064.
11. Логунова О.С., Матко И.И., Посохов И.А. Система интеллектуальной поддержки процессов управления производством непрерывной заготовки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 175 с.
12. Logunova O.S., Matsko I.I., Posochov I.A. Integrated system structure of intelligent management support of multistage metallurgical processes // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 5 (45). С. 50-55.
13. Salvatore T. Marcha, Alan R. Hevner. Integrated decision support systems: A data warehousing perspective // Decision Support Systems, vol. 43, Issue 3, April 2007, pp. 1031-1043.
14. E. Ertugrul Karsak, C. Okan Özogul. An integrated decision making approach for ERP system selection // Expert Systems with Applications, vol. 36, Issue 1, January 2009, pp. 660-667.
15. Abbas Asosheh, Soroosh Nalchigar, Mona Jamporzamey. Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach // Expert Systems with Applications, vol. 37, Issue 8, August 2010, pp. 5931-5938.
16. Величко Н.А., Митрейкин И.П. Технология Big Data. Анализ рынка Big Data // Синергия Наук. 2018. № 30. С. 937-943.
17. Amir Gandomi, Murtaza Haider Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics // International Journal of Information Management, vol. 35, Issue 2, April 2015, pp. 137-144.
18. Philipm C.L., Chun-Yang Zhang. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // Information Sciences, vol. 275, 10 August 2014, pp. 314-347.
19. Шарихина Л.В., Скворцова В. Использование технологий Big Data и Smart Data в разработке эффективных коммуникационных стратегий // Социальные коммуникации: наука, образование, профессия. 2019. № 1. С. 266-272.
20. Ермолов Д.В. Информационная перегрузка: Big Data, Data mining и маркетинг-менеджмент // Big Data and Advanced Analytics. 2016. № 2. С. 245-250.
21. Шеханова А.С., Полякова А.Г. Потенциал и особенности использования технологии Big Data // Вестник современных исследований. 2018. № 2.1 (17). С. 99-101.
22. Гневанов М.В., Иванов Н.А. Технологии «больших данных» (Big Data) и их применение в градостроительном планировании // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 4. С. 83-87.

Поступила в редакцию 29 июля 2019 г.

INFORMATION IN ENGLISH

INFORMATION STORAGE OF METALLURGICAL ENTERPRISES: TRANSFORMATION OF THE STRUCTURE

Nikita S. Sidorenko

Postgraduate Student, the Department of Computer Engineering and Software Engineering, the Institute of Energy and Automated Systems, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.

Leading Specialist, Department of Technical Support and Development of MES-systems, ITC Ausferr, Magnitogorsk, Russia.

Oksana S. Logunova

D.Sc. (Engineering), Professor, Director of the Institute, Civil Engineering, Architecture and Arts Institute, Head of the Department of Computer Engineering and Software Engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7006-8639>.

Larisa Y. Tyazhelnikova

Head of Technical Support and Development of the MES-system, ITC Ausferr, Magnitogorsk, Russia.

Natalia V. Arkulis

Leading Engineer of the Metallurgical Division, Joint-stock company "Magnitogorsk GIPROMEZ", Magnitogorsk, Russia.

The aim of the study is to increase the efficiency of the operation of the technological data warehouse in the multi-stage metallurgical production control system with a consistent linkage along hierarchical levels and integration into a single system for collecting and processing of information. In the course of the study, an analysis was made of the number of records in the Technological Data Store; analysis of the prerequisites for the transformation of the structure of the technological data warehouse for a large metallurgical enterprise with a production

full cycle; a concept was developed to transform the structure of the technological data storage including the definition of the main entity: the basic unit of production, which follows the specified processing paths; the principle of splitting the basic unit of production into elements during the trajectory of processing through metallurgical conversions; the definition of the main trajectories of the promotion of the unit of production and its elements in the divisions of the enterprise (workshops); increasing the information flow in real time while promoting a

unit of production and its elements along a selected trajectory. The study was conducted from 2017 to 2019 for the conditions of the PJSC "Magnitogorsk Metallurgical Plant" with the participation of Ausferr Research and Technological Center. In conducting the study, a conceptual modeling method was used to analyze material and information flows. The developed concept for the construction of a Process Data Storage Facility based on the Oracle DataBase 12c platform provides for the introduction of the main unit of production and its elements, which follow the specified processing paths and increase the information flow in real time. The new concept of building a technological data warehouse has improved the efficiency of access and extraction of the accumulated information for conducting analytical work with samples from large-scale arrays.

Keywords: technological data warehouse, metallurgical enterprise, databases, database management systems, information systems, basic unit of production, elements of unit of production.

REFERENCES

1. Starodubtsev M.V. Integration of workshop automated control systems with the corporate information system of OJSC MMK / *Sb.tr. Vseross.nauch.-techn. "Conf. Sozdanie i vnedrenie korporativnykh informatsionnykh sistem (KIS) na promyshlennyykh predpriyatiyakh Rossiyskoy federatsii"* [Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and technical conference. Creation and implementation of corporate information systems (CIS) at industrial enterprises of the Russian Federation]. Magnitogorsk: CPI LLC Prof-Print, 2005. pp. 405-411. (In Russian)
2. Vier I.V., Kaplan D.S., Kurban V.V., Arlazarov V.L., Berzigiayov P.K., Skvortsov N.V. The principle of implementation of the corporate management system of the MMC MMK / *"Sb.tr. Vseross.nauch.-techn. Conf. Sozdanie i vnedrenie korporativnykh informatsionnykh sistem (KIS) na promyshlennyykh predpriyatiyakh Rossiyskoy federatsii"* [Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and technical conference. Creation and implementation of corporate information systems (CIS) at industrial enterprises of the Russian Federation]. Magnitogorsk: CPI LLC Prof-Print, 2007. (In Russian)
3. Mironov V.V., Gusarenko A.S., Yusupova N.I. Situation-but-oriented databases as a virtual integration layer in WEB applications / *Proceedings: Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2016)*, 2016, pp. 123-128.
4. Myalovsky V.A., Logunova O.S. Conceptual models of building an integration layer: a model of information flows and the implementation of feedback // *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Cherepovets State University]. 2019, no. 3, pp. 17-23. (In Russian)
5. Merv Adrian, Colin White. Beyond the Traditional Data Ware-house // 2010 TechTarget, BI Research, IT Market Strategy, pp. 4-10.
6. Payam Barnaghi, Amit Sheth, Cory Henson From Data to Actionable Knowledge: The Big Data Challenges // *IEEE Intelligent Systems* 2013.06 Nov.-Dec. 2013, vol. 28, pp. 6-11.
7. Xueyan Su, Garret Swart Oracle in-database hadoop: when mapreduce meets RDBMS // *SIGMOD '12 Proceedings of the 2012 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 779-790.
8. Golov N.I., Kravchenko T.K. Designing a data warehouse for solving Big Data problems // *Informatsionnye tekhnologii v proektirovani i proizvodstve* [Information technologies in design and production], 2014, no. 1(153), pp. 56-61.
9. Ravi Murthy, Eric Sedlar. Flexible and efficient access control in oracle // *SIGMOD '07 Progress of the 2007 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, pp. 973-980.
10. Sunil Chakkappen, Thierry Cruanes, Benoit Dageville, Linan Jiang, Uri Shafr, Hong Su, Mohamed Zait. Oracle 11g // *SIGMOD '08 ProMedings of the 2008 ACM SIGMOD*, pp. 1053-1064
11. Logunova O.S., Matsko I.I., Posokhov I.A. *Sistema intellektualnoy podderzhki protsessov upravleniya proizvodstvom nepreryvnolity zagotovki* [The system of intellectual support of management processes for the production of continuously cast billets]. Magnitogorsk: Publishing center of Nosov Magnitogorsk state tech. university, 2013. 175 p. (In Russian)
12. Logunova O.S., Matsko I.I., Posochov I.A. Integrated system of intelligent management support of multistage metallurgical processes // *Bulletin of Magnitogorsk State Technical University*, G.I. Nosov, 2013, no 5(45), pp. 50-55.
13. Salvatore T. Marcha, Alan R. Hevner Integrated Decision Support Systems: A data warehousing perspective // *Decision Support Systems*, vol. 43, Issue 3, April 2007, pp. 1031-1043.
14. E. Ertugrul Karsak, C. Okan Ozogul, Integrated decision-making approach for ERP system selection, *Expert Systems with Applications*, vol. 36, Issue 1, January 2009, pp. 660-667.
15. Abbas Asosheh, Soroosh Nalchigar, Mona Jamporzmay Information technology analysis and balanced scorecard approach // *Ex-prot Systems with Applications*, vol. 37, Issue 8, August 2010, pp. 5931-5938.
16. Velichko N.A., Mitreykin I.P. Big Data technology. Big Data Market Analysis // *Sinergiya nauk* [Synergy of Sciences]. 2018, no. 30, pp. 937-943. (In Russian)
17. Amir Gandomi, Murtaza Haider Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics // *International Journal of In-formation Management*, vol. 35, Issue 2, April 2015, pp. 137-144.
18. Philipin C.L., Chun-Yang Zhang. Data-A-Big Data, *Information Technologies*, vol. 275, 10 August 2014, pp. 314-347.
19. Sharakhina, L.V., Skvortsova, V., Using Big Data and Smart Data Technologies in Developing Effective Communication Strategies // *Sotsialnye kommunikatsii: nauka, obrazovanie, professiya* [Social Communications: Science, Education, Profession], 2019, no. 1, pp. 266-272. (In Russia)
20. Ermolovich D.V. Information Overload: Big Data, Data Mining and Marketing Management // *Big Data and Advanced Analytics*. 2016, no. 2, pp. 245-250. (In Russian)
21. Shekhanova A.C., Polyakova A.G. Potential and features of using Big Data technology // *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern research], 2018, no. 2.1(17), pp. 99-101. (In Russian)
22. Gnevanov, M.V., Ivanov, N.A., Technologies of "Big Data" (Big Data) and Their Use in Urban Planning // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Construction]. 2018, no. 4, pp. 83-87. (In Russian)

Информационные хранилища предприятий металлургической промышленности: трансформация структуры / Н.С. Сидоренко, О.С. Логунова, Л.Ю. Тяжелникова, Н.В. Аркулис // *Электротехнические системы и комплексы*. 2019. № 4(45). С. 52-57. [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4\(45\)-52-57](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4(45)-52-57)

Sidorenko N.S., Logunova O.S., Tyazhelnikova L.Y., Arkulis N.V. Information Storage of Metallurgical Enterprises: Transformation of the Structure. *Elektrotekhnicheskie sistemy i komplekсы* [Electrotechnical Systems and Complexes], 2019, no. 4(45), pp. 52-57. (In Russian). [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4\(45\)-52-57](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2019-4(45)-52-57)