

**Balalayeva E. Yu., Sayenko E. A.****MODELING AND RE-ENGINEERING OF BUSINESS PROCESSES OF STATIONERY STORE BASED ON EXPERT METHODS AND SUPPLIER DETERMINATION ALGORITHM**

*The segmentation of the stationery market, analyzes the demand, the main trends, the prospects for development and the existing problems are considered in the work. It has been established that the main two segments over the past years are office supplies and education products. Modeling of business processes of the office supply store network was carried out, IDEF0, DFD, IDEF3 diagrams were constructed using the IDEF methodology for the AS-IS variant. The conclusion is that re-engineering requires wholesale business processes related to the evaluation of suppliers, which is currently determined by subjective judgments about their activities of the store director. The main criteria for evaluation of office supply store suppliers are analyzed and their classification is given. The main criteria for selecting suppliers, such as security of supply, price of goods, average lead time and financial position, are determined. It is revealed that the most promising method of supplier evaluation is the method of expert evaluation. The methodology of complex supplier evaluation, based on the matrix implementation of the method of expert assessments, as well as the algorithm for calculating the reliability of one supplier's supply, is presented. Measures to reengineer the modeling of business processes of the office supply stores' shopping network based on the mathematical model are proposed. IDEF3 diagrams were constructed using the IDEF methodology for the TO-BE variant, and a comparative analysis of the original and post-reengineering diagrams was performed. The conclusion is made about the prospects of re-engineering other wholesale business processes as such, which provides the main revenue for the stationery store.*

*Keywords: business process modeling, office supply store, vendor evaluation criteria, security of supply, wholesale, peer review method, business process re-engineering, IDEF methodology, DEF0, DFD, IDEF3 diagrams*

**Статья принята****Рекомендована****УДК. 004.67****Балалаєва О. Ю., Тузенко О. О., Стахов Д. С.****РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ BIG DATA**

*Підвищення ефективності роботи металургійних підприємств з точки зору забезпечення вимог споживачів щодо показників фізико-механічних властивостей сталевого прокату та зниження металомісткості конструкцій, які з нього отримують, є на даний час актуальною науково-технічною задачею. Вирішення її в умовах прокатного виробництва українських підприємств можливе за рахунок обробки та аналізу експериментальних даних за технологічними режимами прокатки із використанням технології Big Data, що дозволить покращити якість готової металопродукції та її конкурентоспроможність на ринку. Визначено, що основною проблемою при роботі з отриманими великими даними є відсутність єдиної затвердженої форми таблиці в MS Excel для ведення подальшої статистики, а також ручний режим обробки, що значно ускладнює подальший аналіз*

даних, оперативну розробку технології прокатки і в деяких випадках знижує ефективність прийнятих технологічних рішень. Створено єдину базу уніфікованих фактичних даних, розроблено алгоритм їх послідовного зчитування і верифікації, а також програмне забезпечення, яке дозволяє в автоматизованому режимі систематизувати, аналізувати і узагальнювати наявний обсяг експериментальних даних, що відповідають реальним умовам прокатки, при цьому передбачено можливість спочатку відсівати недостовірні дані і запобігати дублюванню рядків при імпорті. Визначено коефіцієнти регресії для математичних моделей, які прогнозують значення межі міцності, межі текучості і відносного подовження матеріалу товстих листів. Дана оцінка ступеня розбіжності між експериментальними і розрахунковими значеннями показників механічних властивостей товстих листів. Зроблено висновок, що впровадження програмного продукту на підприємстві дозволяє скоротити час на обробку та виконання запитів клієнтів, а також знизити кількість пробних прокаток і термообробок для виправлення механічних властивостей прокату.

**Ключові слова:** Big Data, програмне забезпечення, аналіз великих даних, база даних, верифікація даних, товстолистовий прокат, механічні властивості прокату, математичне моделювання, прогнозування, підвищення якості металопродукції

**Постановка проблеми.** На теперішній час одним з основних напрямків розвитку прокатного виробництва України є підвищення якості і забезпечення конкурентоспроможності на європейському ринку готового металопрокату, в тому числі і товстих листів. Їх якість замовник оцінює за рядом показників, найважливішими з яких є показники фізико-механічних властивостей, що залежать від технологічних факторів процесу прокатки на товстолистових станах. На металургійних підприємствах при прокатці стали реєструють різні показники, такі як марка стали і її хімічний склад, режим нагріву, режим прокатки, механічні властивості отриманого прокату тощо. Накопичений обсяг фактичних даних нерідко вимірюється кількома десятками років, що потребує використання ІТ-технологій для обробки та аналізу великих даних.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Перспективним напрямком аналізу великого обсягу структурованих та неструктурованих даних на промисловому підприємстві є використання технології Big Data [1], що дозволяє покращити якість готової продукції та її конкурентоспроможність на ринку, а також підвищити ефективність технологічних рішень [2]. За оцінками експертів це дозволить знизити операційні витрати на 10-25 % та підвищити дохід приблизно на 7 % [3].

Для збору, зберігання, обробки та аналізу великих даних використовують такі технології, як MPP (масова паралельна обробка), MapReduce (обчислювальна парадигма Google), Hadoop (реалізація парадигми MapReduce компанією Apache Software Foundation), Cassandra (альтернатива для Hadoop HDFS) тощо [4]. Новітні технології Big Data використовують метод Data Mining для обробки неструктурованих даних із застосуванням широкого математичного інструментарію [5].

Дослідженням технологій обробки великих даних наразі займаються такі великі міжнародні компанії, як Oracle, Microsoft, IBM, SAP, Teradata, McKinsey & Company, CNews Analytics тощо [4, 6], при цьому основні зусилля спрямовані на розробку власних апаратно-програмних комплексів.

Як правило, отримані на металургійному підприємстві експериментальні дані заносяться в таблиці MS Excel для ведення подальшої статистики, причому обробка даних в основному здійснюється в ручному режимі. Даний вид обробки вимагає великих витрат часу, що значно ускладнює оперативну розробку технології прокатки і в деяких випадках знижує ефективність прийнятих технологічних рішень. Крім того, слід врахувати негативний вплив

людського фактора, що може привести до введення недостовірної інформації в таблицю і отримання недостовірних математичних моделей для прогнозування механічних властивостей прокату.

Основною проблемою при роботі з отриманими експериментальними даними є відсутність єдиної затвердженої форми таблиці в MS Excel. Це пов'язано з технологічними особливостями процесу виробництва сталі, такими як різний хімічний склад для різних марок сталі, наявність або відсутність деяких етапів виробництва сталі тощо. Усе це ускладнює подальшу обробку та аналіз даних, який необхідний для кращого розуміння процесів виробництва продукту. Отже, необхідна уніфікація даних для забезпечення можливості їхнього подальшої автоматизованої обробки.

**Мета дослідження.** Метою роботи є створення єдиної бази фактичних даних за технологічними режимами прокатки і розробка програмного забезпечення, що дозволяє в автоматизованому режимі систематизувати, аналізувати і узагальнювати вже наявний обсяг експериментальних даних, що відповідають реальним умовам прокатки. При цьому необхідно передбачити можливість спочатку відсівати недостовірні дані і запобігати дублюванню рядків при імпорті. Також доцільним є отримання на цій основі розрахункових формул, що відповідають виробничим умовам і дозволяють з малими витратами машинного часу прогнозувати фізико-механічні властивості листів в залежності від технологічних параметрів процесу прокатки.

**Основний матеріал дослідження.** Для вирішення завдання уніфікації експериментальних даних, представлених в різних форматах в існуючих таблицях MS Excel, був розроблений алгоритм їх послідовного зчитування і верифікації.

Аналіз наявних таблиць MS Excel дозволив розробити структуру таблиці єдиної бази даних, яка обов'язково повинна містити такі поля:

- марка сталі;
- фактичне значення товщини листа;
- фактичне значення температури початку прокатки в чистовий кліті;
- фактичне значення температури кінця прокатки в чистовий кліті;
- фактичне значення температури кінця прокатки в чистовий кліті не повинно бути менше 640 °С;
- фактичне значення температури початку прокатки повинно бути більше температури кінця прокатки;
- фактичні значення хімічного складу (вуглець і марганець обов'язкові);
- фактичне значення межі текучості;
- фактичне значення межі міцності;
- фактичне значення подовження;
- номер зразка.

Якщо хоча б одне з перерахованих вище (обов'язкових) полів є порожнім для конкретного запису, то такий рядок вважається неадекватним (статистично недостовірним) і виключається із загальної таблиці.

Крім того, нижченаведені технологічні параметри або повинні бути всі три в наявності, або їх не повинно бути зовсім:

- фактичне значення температури листа перед УКО  $T_{вход}$  уко, °С;
- фактичне значення температури листа після УКО  $T_{вих}$  уко, °С;
- фактичне значення інтенсивності охолодження  $Ю$ , °С.

Інші параметри заповнюють рядок при їх наявності

Відповідно до вищенаведених вимог було розроблено програмне забезпечення (рис. 1) для аналізу фактичних даних по прокатці товстих листів і прогнозування показників фізико-механічних властивостей прокату.

The screenshot shows a window titled 'Усього: 5466' containing a large table with columns for 'Марка', 'C', 'Mn', 'Si', 'Nb', 'V', 'Cu', 'Ti', 'P', 'S', 'Fe', 'Ceq', 'KCV', 'KCU', 'KV', 'IPG', 'Товщина', 'от', 'ов', 'δ, %', 'Тнп', 'Ткл', 'Вх УКО', 'Вих УКО', and 'ІО'. The table contains numerous rows of numerical data.

а

The screenshot shows a 'Фільтр' (Filter) dialog box. On the left, there is a list of checkboxes for various steel grades: 'Всі', '-//-', '09Г2С', '09Г2ФБ', '09ГБЮ', '10Г2ФБ', '10Г2ФБЮ', '13Г1СУ', '13Г1С-У', '13Г1С-У(К55)', '13ГС', '17Г1С', '17Г1С(К52)', '17Г1СУ', '17Г1С-У', '17Г1СУ(К52)', and '17Г1С-У(К52-1)'. Below this list are input fields for 't KCV', 't KCU', 't KV', and 't IPG', each with a corresponding label on the right. The main area of the dialog has columns for 'Min' and 'Max' values for parameters: 'Товщина', 'от', 'ов', 'δ, %', 'Тнп', 'Ткл', 'Вх УКО', 'Вих УКО', 'ІО', 'C', 'Mn', 'Si', 'Nb', 'V', 'Cu', 'Cr', 'Ni', 'Mo', 'S', 'Рст', and 'Секв'. At the bottom right, there are buttons for 'Новий фільтр' and 'Фільтрувати'.

б

Рисунок 1 – Вікно програми: головна форма (а), форма фільтрації (б)

В якості основи додатку була обрана платформа Windows Forms і мова програмування C#, що дозволяє створювати додатки під різні версії Windows. В якості СУБД була обрана SQLite.

Головне вікно програми являє собою єдину уніфіковану таблицю з усіма даними бази даних (БД).

Програма дозволяє:

- імпортувати дані з таблиць MS Excel в БД;
- фільтрувати записи за заданими параметрами виробництва та марками сталі;

- експортувати наявні або відфільтровані дані в таблицю MS Excel;
- видаляти записи з БД;
- отримувати інформацію про мінімальні і максимальні значення властивостей у вибірці, а також загальне число записів.

За допомогою розробленого програмного забезпечення був виконаний експорт даних з таблиць MS Excel, в результаті чого була сформована зведена таблиця, яка потім була оброблена у відповідності із запропонованим алгоритмом послідовного зчитування і верифікації даних.

В ході автоматизованої обробки експортованих даних зі зведеної таблиці були виключені записи, що не містять даних стосовно механічних властивостей товстих листів, температури початку і кінця прокатки, а також температури УКО. Також автоматично було виконано заміну порожніх клітинок для стовпців, які відповідають процентному вмісту деяких хімічних елементів в сталі на нуль, тобто умовно припускали, що дані елементи в хімічному складі стали відсутні.

У результаті виконаної статистичної обробки сформованого масиву експериментальних даних для товстих листів визначені значення коефіцієнтів регресії відповідних математичних моделей, які прогнозують значення межі міцності, межі текучості і відносного подовження матеріалу товстих листів.

За результатами порівняльного аналізу експериментальних і розрахункових значень показників механічних властивостей товстих листів визначено, що їхня розбіжність знаходиться в межах від 5,4 % до 25,0 %.

## ВИСНОВКИ

Розроблено програмне забезпечення для аналізу механічних властивостей товстолистового прокату із використанням технології Big Data. Запропоновано структуру єдиної бази для автоматизованого завантаження в неї експериментальних даних за механічними властивостями товстолистового прокату із сталей. Встановлено необхідність уніфікації даних за механічними властивостями товстолистового прокату перед початком завантаження їх в єдину базу.

Визначені коефіцієнти регресії для математичних моделей, які прогнозують значення межі міцності, межі текучості і відносного подовження матеріалу товстих листів. Дана оцінка ступеня розбіжності між експериментальними і розрахунковими значеннями показників механічних властивостей товстих листів.

Розроблений програмний продукт дозволяє оптимізувати технологічні режими процесів прокатки і на цій основі підвищити ефективність роботи металургійних підприємств з точки зору забезпечення вимог споживачів щодо показників фізико-механічних властивостей сталевих прокатів та зниження металомісткості конструкцій, які з нього отримуватимуться.

### Список використаних джерел

1. *Іванов, П. Д.* Технологии Big Data и их применение на современном промышленном предприятии / *П. Д. Иванов, В. Ж. Вампилова* // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – Вып. 8. – Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1228.html>.
2. *Бабурин, В. А.* Технологии Big Data в сервисе: новые рынки, возможности и проблемы / *В. А. Бабурин, Яненко М. Е.* // Техничко-технологические проблемы сервиса // ТТПС. – 2014. – № 1 (27). – С. 100–105.

3. *Авдеева, И. Л.* Анализ зарубежного опыта использования глобальных технологий «BigData» / *И. Л. Авдеева* // Интернет- журнал «Наукоеведение». –2016. – Т. 8. – № 6. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/13EVN616.pdf>.

4. *Соболева, А. О.* Big Data: возможности для бизнеса / *А. О. Соболева* // «Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования»: Электронный сборник статей по материалам XXXV студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2017. – № 24 (35). С. 170–175. – Режим доступа: [https://sibac.info/archive/meghdis/24\(35\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/24(35).pdf).

5. *Михнев, И. П.* Большие данные (Big Data) и новые технологии будущего для обработки глобальной информации / *И. П. Михнев, А. А. Новикова, М. . Петросян* // Научные исследования и современное образование : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс». – 2018. – С. 235–239.

6. *Волкова, Ю. С.* Большие Данные в современном мире / *Ю. С. Волкова* // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 1171–1175. –Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/86253.htm>.

**Балалаева Е. Ю., Тузенко О. А., Стахов Д. С.**

#### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA**

*Повышение эффективности работы металлургических предприятий с точки зрения обеспечения требований потребителей относительно показателей физико-механических свойств стального проката и снижения металлоемкости конструкций, которые из него получают, является в настоящее время актуальной научно-технической задачей. Решение ее в условиях прокатного производства украинских предприятий возможно за счет обработки и анализа экспериментальных данных по технологическим режимам прокатки с использованием технологии Big Data, что позволит улучшить качество готовой металлопродукции и ее конкурентоспособность на рынке. Определено, что основной проблемой при работе с полученными большими данными является отсутствие единой утвержденной формы таблицы в MS Excel для ведения дальнейшей статистики, а также ручной режим обработки, что значительно усложняет дальнейший анализ данных, оперативную разработку технологии прокатки и в некоторых случаях снижает эффективность принимаемых технологических решений. Создана единая база унифицированных фактических данных, разработан алгоритм их последовательного считывания и верификации, а также программное обеспечение, которое позволяет в автоматизированном режиме систематизировать, анализировать и обобщать имеющийся объем экспериментальных данных, соответствующих реальным условиям прокатки, при этом предусмотрена возможность сначала отсеивать недостоверные данные и предотвращать дублирование строк при импорте. Определены коэффициенты регрессии для математических моделей, которые прогнозируют значение предела прочности, предела текучести и относительного удлинения материала толстых листов. Дана оценка степени расхождения между экспериментальными и расчетными значениями показателей механических свойств толстых листов. Сделан вывод, что внедрение программного продукта на предприятии позволяет сократить время на обработку и выполнение запросов клиентов, а также снизить количество пробных прокаток и термообработок для исправления механических свойств проката.*

**Ключевые слова:** *Big Data, программное обеспечение, анализ больших данных, база данных, верификация данных, толстолистовой прокат, механические свойства проката, математическое моделирование, прогнозирование, повышение качества металлопродукции*

**Balalayeva E. Yu., Tuzenko O. A., Stakhov D. V.**

## **DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THE ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF PLATE IRON USING BIG DATA TECHNOLOGY**

*Improving the efficiency of the work of metallurgical enterprises in terms of providing consumer requirements for the indicators of physical and mechanical properties of steel rolling and reducing metal content of constructions, obtained from it, is currently an urgent scientific and technical task. Its solution in the conditions of rolling production of ukrainian enterprises is possible due to the processing and analysis of experimental data on technological modes of rolling using Big Data technology, that will improve the quality of finished metal products and their competitiveness in the market. It is determined that the main problem while working with the received big data is lack of a single approved spreadsheet form in MS Excel for further statistics, as well as manual processing mode, which significantly complicates further data analysis, the rapid development of rolling technology and in some cases reduces the effectiveness of technological decisions. A unified database of factual data has been created, an algorithm for its sequential reading and verification has been developed, as well as software that in an automated mode allows organizing, analyzing and summarizing the available amount of experimental data that corresponds to real rolling conditions, it is possible to filter out invalid data first and prevent duplicate rows when importing. The regression coefficients for mathematical models that predict values of strength limit, yield limit and relative elongation of plate iron material are determined. The variance between the experimental and calculated values of the mechanical properties of thick sheets is estimated. It is concluded that the introduction of software at the enterprise allows to reduce time for processing and completing customer requests, as well as reducing the number of testing rollings and heat treatment to correct the mechanical properties of the rolling.*

**Keywords:** *Big Data, software, Big Data analysis, database, data verification, plate iron, mechanical properties of rolling, mathematical modeling, predicting, improving the quality of metal products*

**УДК 004.5**

**Буланчук Г.Г., Буланчук О.М., Лозовий В. С.**

## **ВИКОРИСТАННЯ WEB-ЗАСТОСУНКУ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ ANGULAR ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ**

*У даній роботі досліджується можливість використання web-застосунку на основі фреймворку Angular для організації зворотного зв'язку в аудиторії під час навчальних занять. Даний фреймворк забезпечує зручність використання інтерфейсу веб-застосунків на різних пристроях без обмежень на їх функціональність. Цей фреймворк має багато потужних функцій, що дозволяють розробникам легко створювати односторінкові веб-застосунки. На базі даного фреймворку був створений веб-застосунок, що дозволяє провести тестування студентів під час заняття. База тестів створюється кожним*