

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ CAD-SYSTEMS

УДК 338.45, 004.415.2

Ю. И. Петров, канд. экон. наук, доц., e-mail: mailtoyuri.petrov@gmail.com,
Московский технологический университет

Система поддержки принятия решений по созданию конкурентоспособной технически сложной продукции

Рассматриваются вопросы проектирования и реализации системы поддержки принятия решений по созданию конкурентоспособной технически сложной продукции. Представлена архитектура программного комплекса, а также приведены иллюстрации работы разработанного программного обеспечения.

Ключевые слова: информационная система, система поддержки принятия решений, СППР, программное обеспечение, Delphi, СУБД, Firebird, конкурентоспособность продукции, разработка сложных промышленных изделий

Введение

Несмотря на различные оценки экспертов [1] основой экономики государств с высоким уровнем технологического развития по-прежнему остается и, по-видимому, будет оставаться промышленный сектор. При этом конкурентоспособность государства и конкретной отрасли национальной экономики определяется конкурентоспособностью предприятий, которая, в свою очередь, существенно зависит от конкурентоспособности выпускаемой ими продукции [2]. Вопросы обеспечения конкурентоспособности продукции отечественных промышленных предприятий приобретают еще большую актуальность в связи с введенными антироссийскими санкциями [3] и необходимостью освоения новых рынков на фоне увеличения влияния стран БРИКС в мире [4].

Создание новой модели (ассортиментной единицы) продукции промышленного предприятия требует решения многих задач и выполнения множества работ, объединенных соответствующим бизнес-процессом. В работах [5–7] был предложен ряд бизнес-процессов, позволяющих оптимально подойти к вопросу разработки продукции с учетом специфики конкретных предприятий, однако представленные в его рамках оптимизационные модели (на основе задачи о "многомерном ранце" с булевыми переменными) требуют достаточно трудоемких расчетов. В связи с этим целесообразно создание специального программного обеспечения (ПО), функционирующего с учетом соответствующей методологии и облегчающего специалисту принятие решений относительно проектирования ассортимента продукции.

В настоящей статье приведена архитектура такого программного комплекса, а также проиллюстрированы примеры его работы.

Исходные данные

Сложное промышленное изделие можно представить в виде модели технически сложной продукции, производство которой возможно в различных вариантах исполнения, определяемых составами используемых комплектующих; при этом внешний вид, функциональные возможности и технические характеристики изделия являются показателями его конкурентоспособности [5, 8]. В зависимости от стратегии производителя (акцент на качество, снижение цены, особенности/характеристики изделия и т. д.) состав показателей конкурентоспособности продукции может быть различен. В целом, предлагается подразделять их на две группы:

- необходимые (соблюдение заданных значений которых позволит выйти на рынок — обеспечит соответствие требованиям стандартов и норм — и гарантировать сопоставимость продукции с существующими аналогами);
- достаточные (значения которых необходимо максимизировать или минимизировать для эффективного позиционирования изделия на рынке).

Выявление необходимых и достаточных показателей конкурентоспособности включает три этапа.

Во-первых, необходимо провести исследование конкурентов, рынка и особенностей продукции. В частности, на данном этапе следует выделить характерные свойства продукции, например, такие как оценка предпочтительности (отражает влияние на выбор потребителей), себестоимость воплощения в единице разрабатываемого изделия, энерго-

потребление и т. д. Значения таких параметров свойств аддитивны относительно конфигурации изделия, что позволяет контролировать и регламентировать значения его характеристик, например:

- ограничение на себестоимость позволяет учесть особенности ценообразования, в том числе при позиционировании изделия на конкретных ценовых нишах рынка;
- ограничение на энергопотребление позволяет обеспечить соответствие классу энергопотребления или заданное время автономной работы.

Вторым этапом будет являться составление экономико-математической модели, где специалист самостоятельно выделит ряд характеристик в качестве нормальных и достаточных для конкретного рынка. Первая группа сформирует ограничения, а вторая — целевую функцию оптимизационной задачи.

Заключительным третьим этапом является решение задачи, интерпретация результатов и выбор варианта исполнения изделия.

Функциональные и архитектурные особенности системы

Второй этап является вычислительно сложным и требует от специалиста значительных усилий на решение задачи. При этом его деятельность может быть автоматизирована за счет создания специализированного ПО (системы поддержки принятия решений — СППР), способствующего формированию, решению и интерпретации результатов решения задачи, в связи с чем было принято решение о необходимости его разработки.

Создаваемое ПО должно обеспечивать:

- централизованное накопление, хранение, обработку и анализ данных, необходимых для разработки сложного промышленного изделия;
- автоматизированное решение оптимизационной задачи определения оптимального состава свойств на основе вводимых данных;
- формирование отчетных документов, включающих полученную оптимальную конфигурацию изделия и оценку его положения на рынке.

Под необходимыми для разработки изделия данными понимаются:

- информация об изделиях-конкурентах, их свойствах и характеристиках;

- сведения о комплектующих, используемых в изделиях-конкурентах и доступных производителю;
- технологические требования и технологические ограничения;
- цели и интересы производителя промышленных изделий;
- предпочтения потребителей или интересы заказчика изделия.

Создаваемое ПО должно иметь:

- базу данных (БД), хранящую: данные, необходимые для решения задачи разработки сложного промышленного изделия; результаты решения задачи, свойства и характеристики разработанного изделия; информацию о пользователях, имеющих доступ к системе и их полномочиях;
- графический интерфейс пользователя, позволяющий специалисту эффективно взаимодействовать с системой и получать аналитическую информацию в виде специально оформленных отчетов.

На основании предъявляемых требований была принята архитектура СППР "Goods Builder", компоненты которой представлены на рис. 1.

Предложенная архитектура, основанная на работах [9, 10] и источниках [11, 12], хорошо зарекомендовала себя во время эксплуатации соответствующих программных средств. В качестве системы управления базами данных (СУБД), применяемой для создания и управления данными СППР, используется Firebird [13]. Данная СУБД может использоваться на разнообразных серверных и клиентских платформах Windows и Linux, а также платформах UNIX. Firebird является СУБД промышленного применения, ее возможности соответствуют стандартам SQL, кроме того, имеются некоторые мощные расширения языка процедурного программирования конкретного производителя. Для реализации клиентской части был использован язык программирования Delphi XE2 [14].

Программное обеспечение "Goods Builder"

Рассмотрим иллюстрацию работы системы на наглядном тестовом примере по разработке (сборке) персонального компьютера.

При первом запуске системы появляется окно входа, где указываются параметры учетной записи — имя пользователя и пароль, а также настройки подключения к серверу БД (IP-адрес и порт компьютера) и путь к файлу базы данных (рис. 2).

После указания имени пользователя, пароля и настроек подключения происходит соединение с базой данных, и на экране отображается стартовое окно системы (рис. 3).



Рис. 1. Общая архитектура СППР "Goods Builder"

Специалисту предлагается два режима работы с системой:

- работа с базой данных системы ("База данных");
- решение оптимизационной задачи ("Модуль решения").

В режиме работы с базой данных пользователю доступны следующие операции:

- добавление информации о новых изделиях, редактирование записей о существующих и удаление записей об устаревших изделиях;
- управление множеством возможных свойств разрабатываемого или имеющегося изделия;
- добавление, редактирование и удаление групп свойств на основании их общих характеристик;
- управление набором характеристик групп, относящихся к конкретному свойству изделия.

В режиме работы с базой данных специалист может добавлять, изменять и удалять сведения об изделиях-конкурентах, а также их характеристиках (в том числе произвольных). На рис. 4 представлена страница "Изделия" редактора БД.

На рис. 5 представлены страницы "Группы" и "Характеристики" редактора базы данных.

На рис. 6 представлена страница "Свойства" редактора базы данных.

Для управления содержимым каждой категории в редакторе предусмотрен специальный интерфейс. Пример окна добавления/редактирования изделия приведен на рис. 7. Аналогично предоставляется возможность редактирования групп, свойств и характеристик изделия.

Модуль решения содержит страницы "Проекты" и "Решение" (рис. 8).

Для формирования задачи специалист должен выполнить три шага:

1. Добавить новый проект либо отредактировать существующий нажатием соответствующих кнопок на странице "Проекты".

2. В открывшемся окне (рис. 9) указать целевую функцию, а также одно или несколько ограничений на характеристики проектируемого изделия, с использованием кнопок в правой части группы "Ограничения".

3. Нажать кнопку "ОК" для завершения добавления/редактирования проекта и его выбора для дальнейшего решения задачи.

После выбора проекта будет доступна страница "Решение". Для решения задачи требуется нажать кнопку "Выполнить решение!". По оконча-

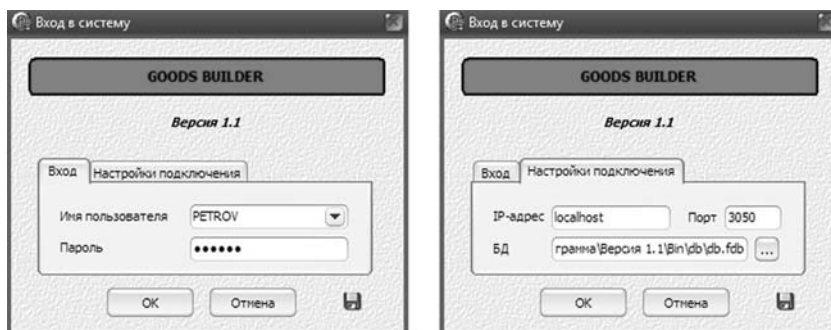


Рис. 2. Окно входа в систему

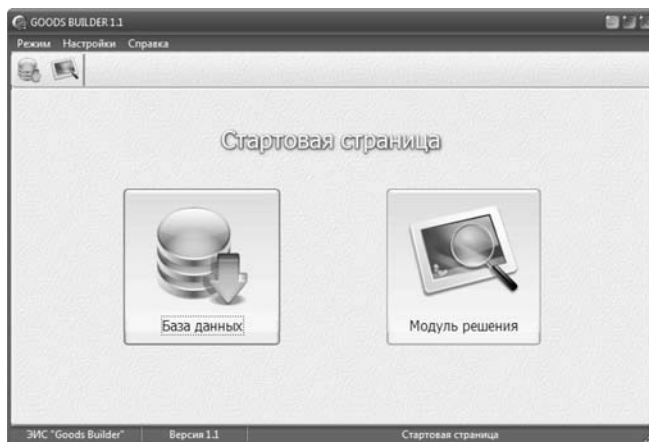


Рис. 3. Стартовая страница СППР "Goods Builder"

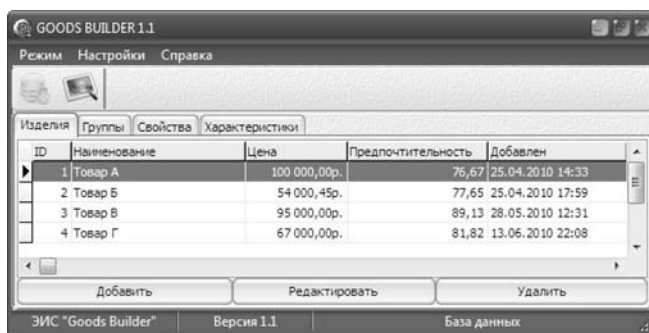


Рис. 4. Страница "Изделия" редактора базы данных

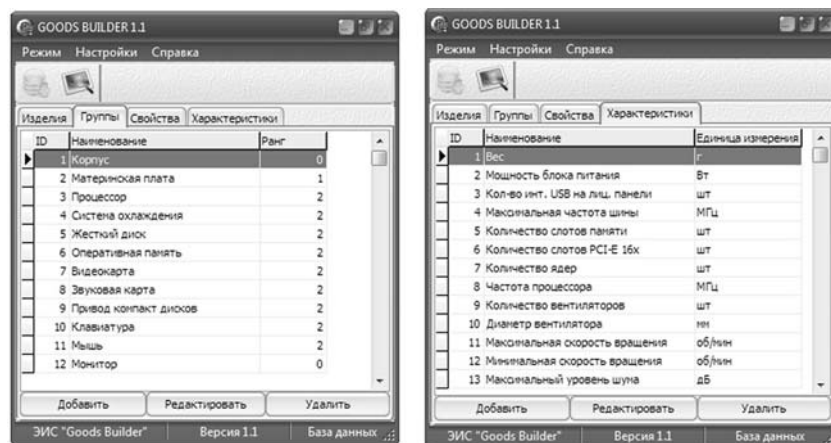


Рис. 5. Страницы "Группы" и "Характеристики" редактора базы данных

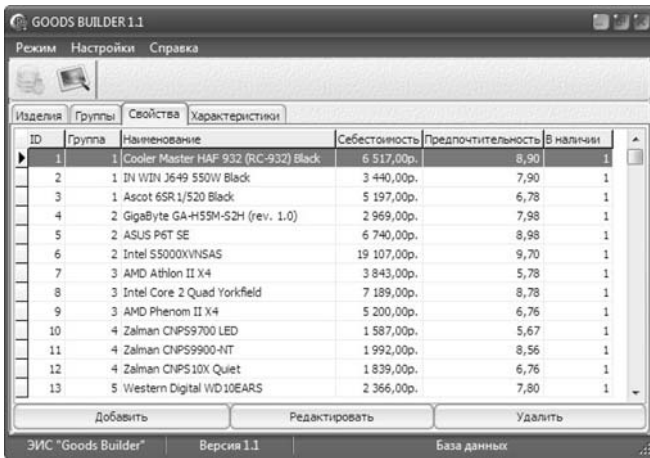


Рис. 6. Страница "Свойства" редактора базы данных

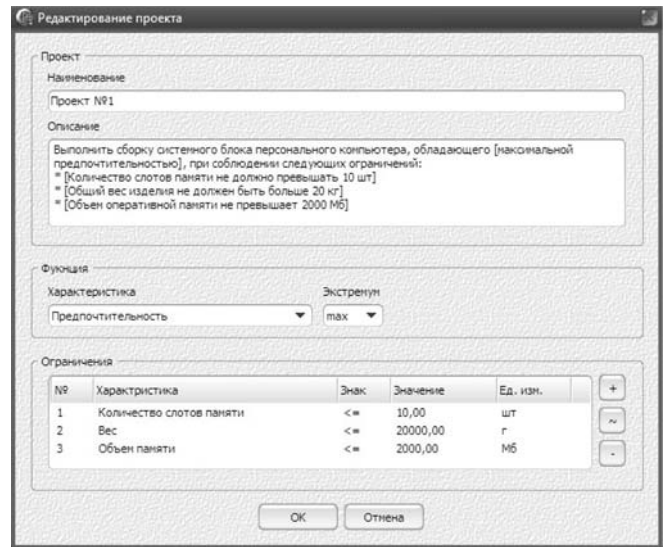


Рис. 9. Окно добавления/редактирования проекта

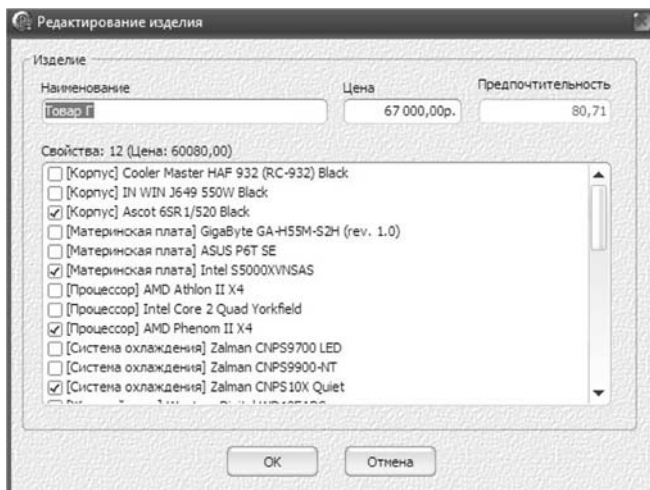


Рис. 7. Окно добавления/редактирования изделия

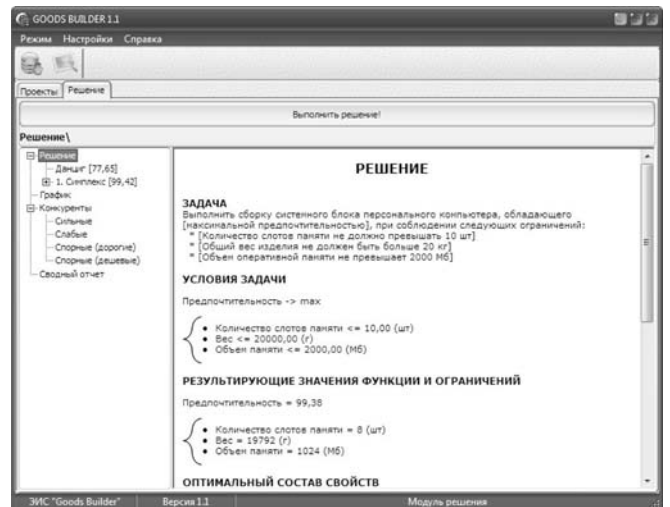


Рис. 10. Пример результатов решения задачи в СППР "Goods Builder"

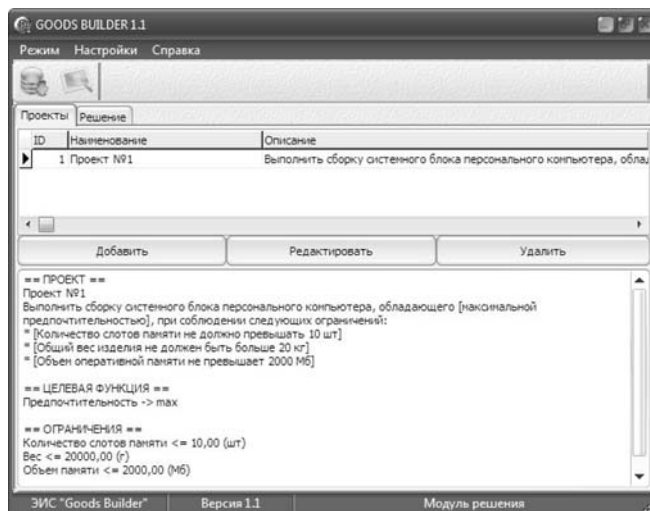


Рис. 8. Модуль решения СППР "Goods Builder"

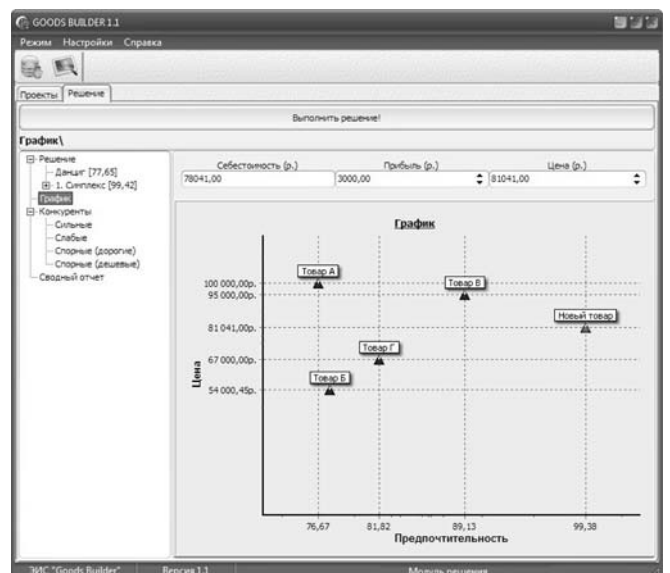


Рис. 11. Окно назначения цены полученного изделия

нии вычислений в дереве решения слева и окне описания справа будут отражены (рис. 10):

- результат решения с указанием оптимального состава свойств изделия;
- все стадии выполнения алгоритма с подробным ходом решения;
- график назначения цены полученного изделия (рис. 11);
- информация о конкурентах, их анализ и сравнительная характеристика с полученным изделием;
- сводный отчет о решении задачи;
- служебная информация системы, определяемая в ходе вычислений.

График, подобный представленному на рис. 11, позволяет наглядно сравнить разработанный товар с имеющимися в базе данных конкурентами. Назначение итоговой цены товара возможно следующими способами:

- перемещением красной отметки товара левой клавишей мыши;
- непосредственным указанием значения цены или прибыли в соответствующих полях в верхней части окна графика.

Система также позволяет сохранить и/или вывести результаты решения на печать — для этого достаточно выбрать пункт "Сводный отчет" в дереве решений.

Заключение

В статье были рассмотрены некоторые вопросы создания технически сложной продукции в современных условиях, показано, что разработка новых ассортиментных единиц является комплексным процессом, который сопровождается решением сложных экономико-математических моделей, что в свою очередь делает целесообразным разработку специальных информационных систем для специалистов (СППР).

Была рассмотрена архитектура такой СППР, включающая клиентскую и серверную части — комбинацию технологий Delphi и Firebird. Используя систему, специалист получает возможность комплексно работать с задачей разработки изделия, составлять проекты, условия задач, заполнять базу комплектующих и изделий-конкурентов, а также проводить анализ решений, имея возможность просмотреть результаты работы в электронном или печатном виде.

В дальнейшем функциональность программного обеспечения может быть расширена, например, за счет использования технологий Data Mining [15, 16].

Список литературы

1. **Что** ждет мировую промышленность в XXI веке. [Электронный ресурс] (дата обращения 15.07.2014 г.). URL: <http://www.interfax.ru/business/318506>, свободный.
2. **Петров Ю. И.** Адаптация отечественной продукции к требованиям мировых и региональных рынков // Актуальные вопросы экономических наук: Сб. матер. XXII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Часть 2 / Под общ. ред. Ж. А. Мингалевой, С. С. Чернова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. С. 202—209.
3. **Антироссийские санкции** — [Электронный ресурс] (дата обращения 22.06.2015 г.). URL: http://ruxpert.ru/Антироссийские_санкции, свободный.
4. **Расширение** влияния ШОС и БРИКС [Электронный ресурс] (дата обращения 15.07.2015 г.). URL: <http://www.youtube.com/watch?v=EaJXCnswJTQ>, свободный. — Загл. с экрана.
5. **Петров Ю. И.** Развитие бизнес-процессов создания конкурентоспособной технически сложной продукции машиностроительных предприятий: Дис. ... канд. экон. наук. Москва. 2012. 148 с.
6. **Самохин Ю. М., Петров Ю. И.** Проблемы развития бизнес-процессов создания конкурентоспособной продукции машиностроительных предприятий // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uecs.ru/teoriya-upravleniya/item/1238-2012-04-09-08-10-34>.
7. **Петров Ю. И.** Современное состояние промышленности в РФ и необходимость освоения внутренних и внешних территориальных рынков // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2011. № 6. С. 207—212.
8. **Петров Ю. И.** Особенности производства сложных промышленных изделий в современных условиях // Научные итоги 2011 года: достижения, проекты, гипотезы. Сб. матер. I Междунар. научно-практ. конф. В 2-х частях. Часть 2 / Под общ. ред. С. С. Чернова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. С. 218—227.
9. **Петров Ю. И.** Архитектура и алгоритмическое обеспечение информационной системы нормоконтроля выпускных квалификационных работ // Программная инженерия. 2013. № 3. С. 26—32.
10. **Петров Ю. И., Карнаухов Ю. А.** Программное обеспечение "FK-Monitoring" как средство мониторинга бизнес-процессов // Информационные технологии. 2015. Т. 21, № 7. С. 503—510.
11. **Спинеллис Д., Гусиос Г.** Идеальная архитектура. Ведущие специалисты о красоте программных архитектур. СПб.: Символ-Плюс, 2010. 528 с.
12. **Форд Н., Найгард М.** 97 этюдов для архитекторов программных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2010. 224 с.
13. **Firebird: The true open source database for Windows, Linux, Mac OS X and more.** — [Electronic resource] (дата обращения 15.07.2014 г.). URL: <http://www.firebirdsql.org>, свободный. — Загл. с экрана.
14. **Delphi XE2 Overview.** [Electronic resource] (дата обращения 23.07.2014 г.). URL: <http://edn.embarcadero.com/article/41593>, свободный.
15. **Использование** методов Data Mining в анализе деятельности предприятия. [Электронный ресурс] (дата обращения 12.05.2015 г.). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-data-mining-v-analize-deyatelnosti-predpriyatiya>, свободный. — Загл. с экрана.
16. **Петров И. П., Петров Ю. И., Петрова Н. В.** Применение технологий Data Mining в вопросах дифференциации образовательного процесса // Информатизация образования и науки. 2015, № 3 (27). С. 123—133.

Decision Support System for Development of Technically Complex Manufactured Goods

Despite different estimates of experts, industrial sector still remains and probably will be the basis of the economies of the states with the high level of technological development. Thus competitiveness of the state and specific branch of national economy is defined by competitiveness of the enterprises which, in turn, significantly depends on competitiveness of their goods. Problems of the goods competitiveness of the domestic industrial enterprises are still in big relevance in connection with the imposed anti-Russian sanctions, and need of new markets development according to increase in influence of the countries of BRICS in the world.

Creation of new model (assortment unit) of the complex industrial product requires the solution of many tasks and execution of a set of the operations integrated by the corresponding business process. In previous author's papers a business-process, that allows to approach optimum in a problem of product development and takes into account some of the enterprises specifics, was offered. However the optimization models provided in the business process (based on a Knapsack problem with boolean variables) are enough labor-consuming and leads to the idea of special software development (decision support system), that can be programmed according to the offered methodology and can facilitate making decisions on product design to the expert.

Article considers issues of design and implementation of the decision support system, that includes two components: server-side (Firebird Server) and client-side (Delphi desktop application). Using system, the specialist has an opportunity to work with a product development problem, to make projects, to fill conditions of problems, database of accessories and competitors' products, and also to carry out the analysis of the decisions, having opportunity to see results of work in an electronic or printed form.

Keywords: information system, analytical information system, software, business process, monitoring, publishing holding, OLAP, Delphi, PostgreSQL, product competitiveness, complex industrial products development.

References

1. **Что** здет mirovuju promyshlennost' v XXI veke. [Electronic resource], (data obrashhenija 15.07.2014 g.). URL: <http://www.interfax.ru/business/318506>, svobodnyj.
2. **Petrov Yu. I.** Adaptacija otechestvennoj produkcii k trebovanijam mirovyh i regional'nyh rynkov, *Aktual'nye voprosy jekonomicheskikh nauk: sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2-h chastjah. Chast' 2 / Pod obshh. red. Zh. A. Mingalevoj, S. S. Chernova.* Novosibirsk: Izdatel'stvo NGTU, 2011, pp. 202—209.
3. **Antirossijskie** sankcii. — [Electronic resource] (data obrashhenija 22.06.2015 g.). URL: http://ruXpert.ru/Antirossijskie_sankcii, svobodnyj.
4. **Rasshirenie** vlijaniya ShOS i BRIKS. [Electronic resource] (data obrashhenija 15.07.2015 g.). URL: <http://www.youtube.com/watch?v=EaJXCnswJTQ>, svobodnyj.
5. **Petrov Yu. I.** *Razvitie biznes processov sozdaniya konkurentosposobnoj tehnikeski slozhnoj produkcii mashinostroitel'nyh predpriyatij:* Dis. ... kand. jekon. nauk. Moskva. 2012. 148 p.
6. **Samohin Yu. M., Petrov Yu. I.** Problemy razvitiya biznes-processov sozdaniya konkurentosposobnoj produkcii mashinostroitel'nyh predpriyatij, *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal.* 2012, no. 4 [Electronic resource]. URL: <http://www.uecs.ru/teoriya-upravleniya/item/1238-2012-04-09-08-10-34>.
7. **Petrov Yu. I.** Sovremennoe sostojanie promyshlennosti v RF neobходimost' osvoenija vnutrennih i vneshnih territorial'nyh rynkov, *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela,* 2011, no. 6, pp. 207—212.
8. **Petrov Yu. I.** Osobennosti proizvodstva slozhnyh promyshlennyh izdelij v sovremennyh uslovijah, *Nauchnye itogi 2011 goda: dostizhenija, proekty, gipotezy: sbornik materialov I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2-h chastjah. Chast' 2. Pod obshh. red. S. S. Chernova.* Novosibirsk: Izdatel'stvo NGTU, 2011, pp. 218—227.
9. **Petrov Yu. I.** Arhitektura i algoritmicheskoe obespechenie informacionnoj sistemy normokontrolja vypusnykh kvalifikacionnyh rabot, *Programmaja inzhenerija,* 2013, no. 3, pp. 26—32 (Architecture and Algorithmic Support of Graduation Thesis Review Information System).
10. **Petrov Yu. I., Karnauhov Yu. A.** Progammnoe obespechenie "FK-Monitoring" kak sredstvo monitoringa biznes-processov, *Informacionnye tehnologii,* 2015, vol. 21, no. 7, pp. 503—510 ("FK-Monitoring" Software as a Tool for a Business Process Monitoring).
11. **Spinellis D., Gusios G.** *Ideal'naja arhitektura. Vedushhie specialisty o krasote programmnyh arhitektur.* SPb.: Simvol-Pljus, 2010. 528 p. (Ideal Architecture. Leading Experts On Beauty Software Architecture).
12. **Ford N., Najgard M.** *97 jetjudov dlja arhitektorov programmnyh sistem.* SPb.: Simvol-Pljus, 2010, 224 p.
13. **Firebird: The true open source database for Windows, Linux, Mac OS X and more.** [Electronic resource]. URL: <http://www.firebirdsql.org/>
14. **Delphi XE2 Overview.** [Electronic resource]. URL: <http://edn.embarcadero.com/article/41593>.
15. **Ispol'zovanie metodov Data Mining v analize dejatel'nosti predpriyatija.** [Electronic resource] (data obrashhenija 12.05.2015 g.). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-data-mining-v-analize-deyatelnosti-predpriyatija>, svobodnyj.
16. **Petrov I. P., Petrov Yu. I., Petrova N. V.** Primenenie tehnologii Data Mining v voprosah differenciacii obrazovatel'nogo processa, *Informatizacija obrazovanija i nauki,* 2015. no. 3 (27), pp. 123—133 (Application Of Data Mining Technologies In Matters Of Differentiation Of The Educational Process).