

## Разработка интегрированной системы «ОбувьПро+»

*О.А. Голубева, А.Н. Тхазаплизева, В.Л. Эльмесов*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** На сегодняшний день, одним из важных показателей эффективности производства является степень информатизации и автоматизации технологических процессов предприятия. Многие обувные предприятия остро нуждаются в таких инструментах как быстрая оценка трудозатрат и материальных ресурсов, необходимых для изготовления продукции. В качестве одного из возможных вариантов обеспечения таких потребностей предлагается, разработанная авторами статьи, интегрированная система, внедрение которой напрямую способно повлечет на конкурентоспособность предприятия. В статье предлагается провести процедуру интеграции системы проектирования технологических процессов с системой конструирования и автоматизированной системой управления предприятия. В статье приводится подробное описание разработанной информационной системы: описываются ее функциональные возможности; представлены схемы взаимодействия информационных процессов протекающий внутри системы; приводится описание взаимодействия компонентов системы; описаны структурные составляющие системы.

Статья опубликована в рамках реализации программы Международного Форума «Победный май 1945 года».

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, программное обеспечение, технологический процесс, производство обуви, база данных.

### Введение

В настоящее время обувные предприятия остро нуждаются в быстрой оценке трудозатрат и материальных ресурсов, необходимых для изготовления продукции. Для обеспечения таких потребностей может служить интегрированная система, внедрение которой напрямую повлечет на конкурентоспособность предприятия. Интеграции необходимо подвергнуть систему проектирования технологических процессов с системой конструирования и автоматизированной системой управления (далее - АСУ) предприятия [1].

По мнению множества экспертов, считается что современная обувная промышленность в нашей стране должна двигаться в сторону технической автоматизации производства и внедрения в производство современных гибких технологий, с помощью которых можно за небольшие промежутки времени перестроить технологические процессы (ТП) для изготовления

---

нового ассортимента продукции [2,3]. Повышение качества продукции тогда пойдет путем полной автоматизации проектирования технологических процессов. На текущий момент в сфере производства обуви автоматизированы только некоторые этапы конструкторско-технологической подготовки. Стоимость готового изделия определяется последовательностью процессов проектирования начиная от разработки модели и создания ее прототипа до принятия итоговых решений.

Ситуация значительно улучшилась с появлением систем автоматизированного проектирования (далее - САПР) и программ планирования затрат на производстве. Однако, они работают локализованными задачами, что сказывается на эффективности производства. САПР применяются при разработке моделей обуви, укладываемости, градирования деталей и т.п. [4]. В таблице 1 приведены ведущие фирмы, занимающиеся производством САПР для обувных предприятий.

Таблица 1

### САПР в обувной промышленности

Название фирм	Страна	Характеристика
1	2	3
FDS Microdynamics	США	Позволяет конструировать модели обуви, градировать и укладывать детали
Clarks	Англия	Чертежи деталей, расчёт площадей деталей и экономичности моделей
Lectra	Канада, Австрия, Франция	Выполняет ввод параметров колодки, конструирует обувь, детализирует, градирует, укладывает, разрабатывает шаблоны детали верха обуви
Аско-2Д	Россия	Предназначена для прорисовки цветных графических эскизов, выполнения конструкторской разработки моделей, градирования шаблонов деталей, подготовки технологической документации на модель, рассчитывает нормы расхода основных и вспомогательных материалов, подготавливает сопроводительные документы
ShoesModel	Россия	Выполняет проектирование эскиза модели, конструктивной основы верха обуви, серийное градирование деталей обуви на все размеры и полноты, градирование на нестандартные размеры, оценку укладываемости и материалоемкости конструкции и т.д.

Анализ развития автоматизированных программ технологического проектирования показал, что на данный момент автоматизированная система технологической подготовки производства (далее - АСТПП) позволяет разрабатывать лишь отдельные процессы [5]. Вследствие этого, предприятия теряют прибыль уже на этапах разработки товара.

Сочетая в себе АСУ предприятия с САПР ТП и САПР конструкторских работ, интегрированная система, работающая в диалоговом и полуавтоматическом режиме, способна обеспечить оперативную информационную поддержку подготовки производства [6].

### **Описание системы.**

Информационное обеспечение разработано для решения таких задач как автоматизация процесса проектирования и отслеживания состояния этапов различных процессов в производстве обуви. Данная система представляет собой базу данных «ОбувьПро+», внутри которой описывается перечень технологического оснащения. В данный перечень входят: необходимые материалы, техническое оборудование и приспособления, различные инструменты, операций, нормы времени и расхода материалов, условия выбора операций и оснащения для автоматизированного проектирования ТП, справочники кодирования элементов конструкции изделия и их параметров и т.д.

Данная система «ОбувьПро+» позволяет совершить переход на более качественный новый уровень решения задач возникающих в конструкторско-технологических процессах производства обуви, с целью повышения экономического результата.

На рисунке 1 представлены основные определения системы «ОбувьПро+».

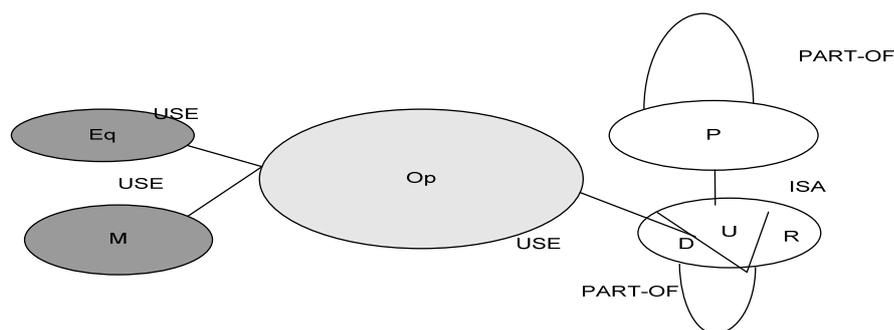


Рисунок 1 - основные определения системы «ОбувьПро+»

где  $Op$  – множество операций;

$Eq$  – множество единиц оборудования;

$M$  – множество материалов;

$P$  – множество типов сборочных единиц;

$S$  – множество сборочных единиц;

$ISA$  – отношение предпорядка, задающее понятийную иерархию;

$PART-OF$  – отношение предпорядка, задающее связь «ЧАСТЬ - ЦЕЛОЕ»;

$USE$  – антирефлексивное, несеммитричное и антитранзитивное отношение, выражающее связь между объектами;

$R \subset S$  – множество узлов:  $S_i \in R$  если  $\exists S_j PART-OF S_i$  и  $\exists S_k PART-OF S_i$ ;

$D \subset S$  – множество деталей:  $S_i \in D$  если  $\exists S_k$  принадлежит  $S_i$  и  $NOT \exists S_j PART-OF S_i$ ;

$U \subset S$  – множество готовых изделий:  $S_i \in U$  если  $U \exists S_k PART-OF S_i$  и  $NOT \exists S_j PART-OF S_j$ .

Ограничения:

$\forall Op_i \exists Eq_j$ , что  $Op_i USE Eq_j$  в каждой операции используется оборудование;

$\forall Op_i \exists M_j$ , что  $Op_i$  USE  $M_j$  в каждой операции используется хотя бы один материал;  $\forall Op_i \exists S_j$ , что  $Op_i$  USE  $S_j$  в каждой операции используется сборочная единица; Если  $P_i$  PART-OF  $P_j$  &  $S_k$  ISA  $P_i$  &  $S_l$  ISA  $P_j$ , то  $S_l$  PART-OF  $S_k$  если типы сборочных единиц связаны отношением «ЧАСТЬ-ЦЕЛОЕ», то их потомки связаны также;  $\forall S_i \exists S_j$ , что  $S_i$  PART-OF  $S_j$  & NOT  $\exists S_k$  PART-OF  $S_j$  каждая сборочная единица должна входить в изделие.

Ниже приведена формула для вычисления потребности в сборочных единицах

$$\text{Шаг 1. } N_{S_i} = Q_{S_i} + \sum_{j=n}^{j=1} Q_{S_j},$$

где  $N_{S_i}$  – потребность;

$Q_{S_i}$  – количество сборочных единиц в узле (или план для изделия).

Шаг 2. Если  $S_i \in U$ , то останов Шаг 3.  $\forall S_i \exists S_j$  PART-OF  $S_j$  & NOT  $\exists S_k$  что  $S_k$  PART-OF  $S_i$   $N_{S_i} = \sum_{j=n}^{j=1} N_{S_j} * Q_{S_j}$

где  $S_j = \{1..n\}$  – множество нетранзитивно связанных PART-OF предка сборочной единицы  $S_i$ .

Алгоритм вычисления потребности в материалах

$$Nm_{ik} = \sum_{i=n}^{i=1} N_{S_i} * \sum_{j=k}^{j=1} Nm_j$$

где  $Nm_{ik}$  – потребность в материале  $M_k$  сборочной единицы  $S_i$ ;

$N_{S_i}$  – потребность в сборочной единице  $S_i$ ;

$Nm_j$  – потребность в материале сборочной единицы  $S_j$ -ой операции;

Если  $S_i \in D$ , то остановка.

Расчет себестоимости изделия

Шаг 1. Если NOT  $\exists S_j$  PART-OF  $S_i$ , то  $C_i = E_i + W_i$

Шаг 2. Если  $\exists S_j$  PART-OF  $S_i$ , то  $C_i = C_i + \sum_{j=m}^{j=n} C_j$

Существует несколько платформ, полностью покрывающих задачу построения информационных систем [7]. Среди них выбрана платформа Oracle.

Интегрированная система для обувной промышленности позволяет хранить, изменять и отображать в удобном для пользователя виде данные о производстве обуви; выполнять расчеты себестоимости изделий и сборочных единиц. Система является кроссплатформенной, масштабируемой и обеспечивает защиту данных на промышленном уровне и учет всей основной деятельности компании [8]. Она также обеспечивает доступность получения аналитических данных для руководителей организаций или иных уполномоченных лиц. Web-приложение обеспечивает: доступ к информационной базе сотрудников компании. Модуль формирования рейтинговых и сводных таблиц для управленческого анализа деятельности компании. Дополнительно реализованы: вычисление агрегатных показателей; выгрузка результатов анализа в формате Excel (CSV); формирование диаграмм различных типов.

Программа осуществляет формирование аналитических отчетов обеспечивает формирование рейтинговых и сводных таблиц для управленческого анализа деятельности компании. Дополнительно реализованы: вычисление агрегатных показателей; выгрузка результатов анализа деятельности компании. Дополнительно реализованы: вычисление агрегатных показателей; выгрузка результатов анализа в формате Excel (CSV); формирование диаграмм различных типов [9]. Система формирования аналитических отчетов реализована в виде сервиса, доступного через web-приложение и прозрачного для пользователя системы.

Главная страница системы представлена на рисунке 2.



Рис. 2 - Главная страница программной системы «ОбувьПро+»

«ОбувьПро+» работает в четырех режимах: диалоговом, полуавтоматическом, автоматическом, и при их сочетании.

База «Конкретных технологических процессов» (КТП) позволяет проектировать технологический процесс, в диалоговом режиме совместно с «Информационной базой» (далее - ИБ) и базой «Материалов».

На рисунке 3 приведены основные виды информации, которыми может оперировать технолог при диалоговом проектировании ТП.

Проектирование «Общих технологических процессов»: выбирается группа ТП, вводится наименование ОТП или копируется необходимый ТП из КТП, после чего добавляются недостающие технологические операции, тексты переход из других ТП [10].

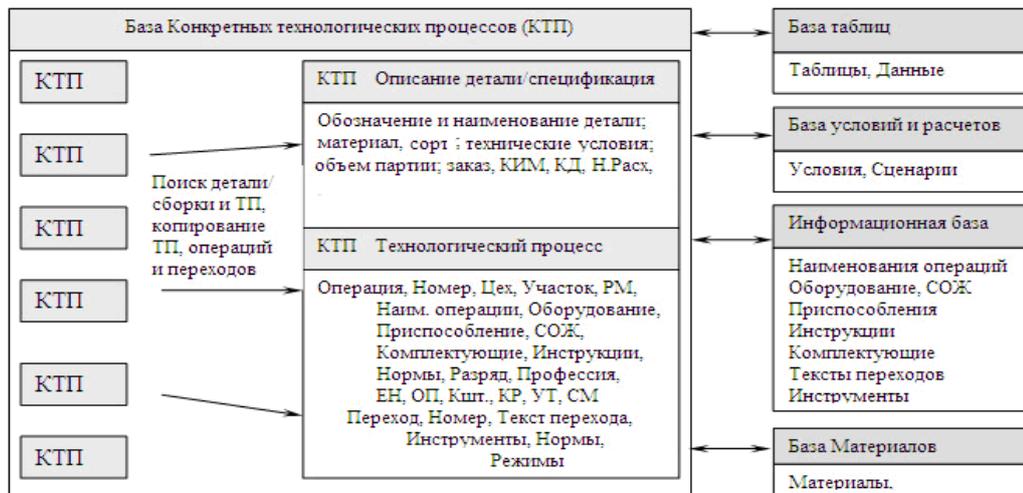


Рис. 3 - Основные виды информации системы «ОбувьПро+»

На рисунке 4 представлена схема рекомендованной последовательности создания «Общих технологических процессов».

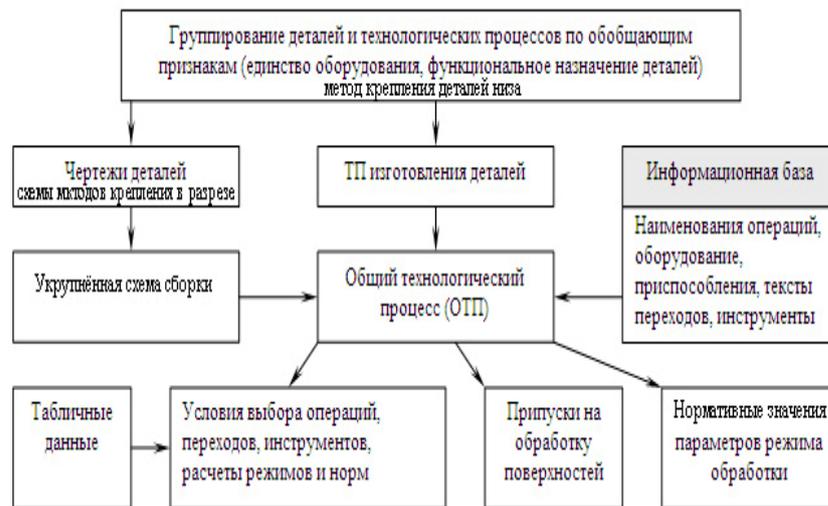


Рис. 4 - Схема рекомендованной последовательности создания «Общих технологических процессов»

После разработки общих технологических процессов переходят к автоматизированному режиму проектирования технологических процессов, путем создания модели обуви с заданными характеристиками. Для описанной модели назначается характерный для нее общий технологический процесс. После чего можно перейти к этапу, на котором производится

формирования технологического процесса в автоматическом режиме. На данном этапе программное средство выбирает из привязанного к данной модели обуви общего технологического процесса, технические операции, необходимые для изготовления каждого отдельного элемента входящий в состав модели обуви. Следующим этапом идет перенос выбранных технических операций в КТП (рисунок 5).



Рис. 5 – Увеличенная схема взаимодействия баз данных в процессе автоматического проектирования ТП производства обуви

На следующем этапе программное средство исключает из КТП операции и переходы, для которых условия их выбора не выполнены, и рассчитывает нормы изготовления, которые имеются в этих условиях. КТП, которые были сформированы автоматически аналогично КТП, сформированным в режиме диалога. Так же после завершения автоматического проектирования КТП можно отредактировать их или напечатать при помощи диалогового режима.



## Литература

1. Старых О.И. Информационная поддержка технологической подготовки производства обуви. // Кожевенно-обувная промышленность. – М., 2009. - № 1. С 16-18.
2. Высоцкая А.В. Формализация технологического процесса сборки обуви ниточных методов крепления с целью автоматизации его проектирования // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2011. №5. С 8-9.
3. Тернавская Т.В. Автоматизация проектирования технологического процесса сборки обуви литьевого метода крепления // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т. 6. № 2. С. 32-33.
4. Высоцкая А.В., Тернавская Т.В. Создание информационной базы данных для автоматизированного проектирования технологического процесса сборки обуви ниточных методов крепления // Известия вузов. Технология легкой промышленности. С-Пб., 2011. Том 4. № 12. С 7-8.
5. Радчук В.А. Закономерности развития рынка информационных услуг на современном этапе // Инженерный вестник Дона, 2011, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2011/494/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2011/494/)
6. Пономарева, Е. И. Совершенствование процесса обработки данных при помощи облачных вычислений // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/).
7. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. - М.: Высшая школа, 2003. 432 с.
8. Murdock, K. L. Autodesk 3ds Max 2013 Bible: ISBN: 978-1-118-32832-3, 2012, - 816 p.

9. Codd E.F. Extending the Database Relational Model to Capture More Meaning // Journal “ACM Transactions on Database Systems”, NY, USA: TODS Homepage “ACM Trans. Database Syst.”, 1979, № 4, pp. 397-434.

10. Замарашкин К.Н. Проектирование обувных колодок с переменной носочной частью. // Исследовано в России. 2005. URL: [cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-obuvnykh-kolodok-s-peremennoy-nosochnoy-chastyu-soobschenie-1-osevaya-liniya-nosochnoy-chasti](http://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-obuvnykh-kolodok-s-peremennoy-nosochnoy-chastyu-soobschenie-1-osevaya-liniya-nosochnoy-chasti)

### References

1. Saryh O.I. Kozhevenno-obuvnaja promyshlennost'. M., 2009. № 1. 16-18 pp.

2. Vysockaja A.V. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tehnicheskie nauki. 2011. №5. 8-9 pp.

3. Ternavskaja T.V. Sbornik nauchnyh trudov Sworld po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2012. T. 6. № 2. 32-33 pp.

4. Vysockaja A.V., Ternavskaja T.V. Izvestija vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. S-Pb., 2011. Tom 4. № 12. 7-8 pp.

5. Radchuk V.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2011/494/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2011/494/)

6. Ponomareva, E. I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/)

7. Gaskarov D.V. Intellektual'nyye informatsionnyye sistemy [Intelligent Information Systems]. M.: Vysshaja shkola, 2003. 432 p.

8. Murdock, K.L. Autodesk 3ds Max 2013 Bible: ISBN: 978-1-118-32832-3, 2012, 816 p.

9. Codd E.F. Journal “ACM Transactions on Database Systems”, NY, USA: TODS Homepage “ACM Trans. Database Syst.”, 1979, № 4, 397-434 pp.

10. Zamarashkin K. N. Proyektirovaniye obuvnykh kolodok s peremennoy nosochnoy chast'yu [Designing shoe pads with a variable toe part].



Issledovano v Rossii. 2005. URL: [cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-obuvnyh-kolodok-s-peremennoy-nosochnoy-chastyu-soobschenie-1-osevaya-liniya-nosochnoy-chasti/](http://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-obuvnyh-kolodok-s-peremennoy-nosochnoy-chastyu-soobschenie-1-osevaya-liniya-nosochnoy-chasti/)