

*У статті запропонована структурна і логічні схеми бази даних і проведений порівняльний аналіз між розробленою системою автоматизованого проектування технологічних процесів «Норма» і «ТехноПро», з точки зору забезпечення точності розрахунків трудомісткості виробництва деталей для радіоприладобудування*

*Ключові слова: системи управління базами даних, трудомісткість виробництва, технологічний процес*

*В статье предложена структурная и логические схемы базы данных и проведен сравнительный анализ между разработанной системой автоматизированного проектирования технологических процессов «Норма» и «ТехноПро» с точки зрения обеспечения точности расчетов трудоемкости производства деталей для радиоприборостроения*

*Ключевые слова: система управления базами данных, трудоемкость производства, технологический процесс*

*The article the structural and logical database schemas and a comparative analysis between the developed computer-aided design systems of technological processes "Норма" and "ТехноПро" in terms of ensuring the accuracy of calculation laboriousness of production of details for radioinstrument engineering*

*Keywords: database management system, the laboriousness of manufacturing process, technological processes*

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ И ВНЕДРЕНИЯ САПР «НОРМА»

**И. Ш. Невлюдов**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой\*

E-mail: tapr@khture.kharkov.ua

**А. А. Андрусевич**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: tapr@khture.kharkov.ua

**В. В. Евсеев**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: evv\_crow@mail.ru, evvcrow@gmail.ru

**С. С. Усков\***

E-mail: uskovstas90@mail.ru

\*Кафедра технологии и автоматизации производства  
Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 03037  
Контактный тел.: (057)702-14-86

## Введение

При разработке систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) уделяется большое внимание выбору системы управления базами данных (СУБД), которая является неотъемлемой частью современных САПР. Правильность выбора вида СУБД и реализация структуры базы данных для разрабатываемой САПР «Норма» определяют не только эффективность хранения и целостность информации, но и экономическую составляющую, которая влияет на стоимость САПР.

В современных САПР используются разные виды СУБД, такие как Oracle, Firebird, InterBase, IBM DB2, MS SQL Server, Sybase, PostgreSQL, MS SQL и т.д. Во многом выбор СУБД зависит от специфики предприятия, его корпоративно-информационной системы технической подготовки производства, с возможностью интегрирования САПР в такую систему. Многие разработчики САПР 3D и САПР ТП, такие как «Аскон», «InterMech», которые занимают высокие позиции на рынке СНГ, предлагают использовать бесплатные СУБД, которые

имеют лицензию свободного распространения и легко могут быть интегрированы в платные СУБД. Поэтому выбор СУБД и правильность разработки баз данных для хранения технологической информации является актуальной задачей на стадии проектирования САПР.

## 1. Обоснование выбора СУБД и разработка логической структуры базы данных

По способу доступа к базам данных СУБД разделяются на файл-серверные, клиент-серверные и встраиваемые. В ходе проведенного анализа был выбран тип СУБД – клиент-серверные, так как на данный момент файл-серверные СУБД считаются устаревшими, а встраиваемая СУБД предназначена для локального хранения данных своего приложения и не рассчитана на коллективное использование в сети. Достоинствами клиент-серверных СУБД являются: потенциально более низкая загрузка локальной сети; удобство централизованного управления; обеспечение таких важных характеристик, как надёжность, доступность и безопасность.

В ходе анализа существующих СУБД и их применения на предприятиях была выбрана СУБД Firebird, так как она – компактная, кроссплатформенная, свободная система управления базами данных (СУБД), работающая на операционных системах Linux, Microsoft Windows и разнообразных Unix-платформах.

В качестве преимуществ СУБД Firebird можно отметить многоверсионную архитектуру, обеспечивающую параллельную обработку оперативных и аналитических запросов (это возможно потому, что читающие пользователи не блокируют пишущих), высокую эффективность и мощную языковую поддержку для хранимых процедур и триггеров.

Перед началом проектирования баз данных (БД) был проведен анализ исходной информации в процессе, которого было принято решение разделить БД на структурные элементы, которые позволят упростить структуру и уменьшить вероятность потери или дублирования информации внутри БД [1]. Структурная схема разрабатываемой БД разбита на четыре подсистемы, которые отдельно отвечают за сохранность элементов информации, и представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема разрабатываемой БД

Подсистема БД “Примитивов” хранит информацию о конструкторско-технологических элементах, их основные геометрические параметры описаны на базе нечетких множеств, лингвистического описания и 3D-вида каждого элемента [2]. Каждый элемент БД “Примитивов” взаимосвязан с БД “Справочная”, в которой находится информация о типе операций и список универсальных станков, использующихся на предприятиях.

Логическая структура БД “Примитивов” и БД “Справочная” представлены на рис. 2 и рис. 3 соответственно.

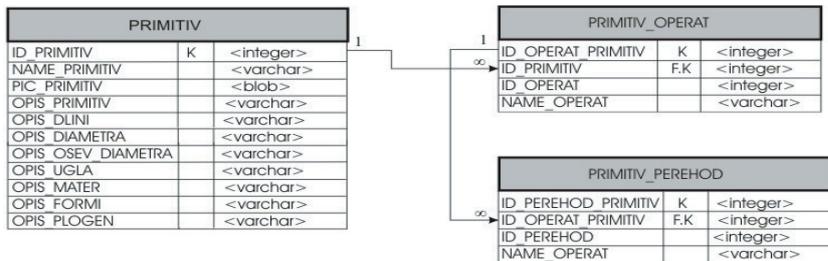


Рис. 2. Логическая структура БД “Примитивов”

Подсистема “Накопительная” БД разработана для хранения информации о последовательности операций технологического процесса для каждой детали, разработанной в данной САПР.

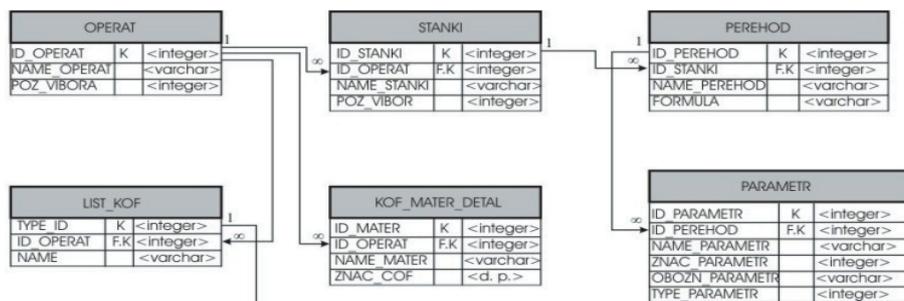


Рис. 3. Логическая структура БД “Справочная”

Эта подсистема позволяет хранить и рассчитывать временные характеристики при расчете норм времени как для каждого перехода, так и по каждой операции с суммированием времени на изготовление одного изделия.

Была разработана БД “Заказов”, в которой хранится информация о номере заказа или сборочного узла, название деталей и последовательность операций, которые необходимы для изготовления каждой детали.

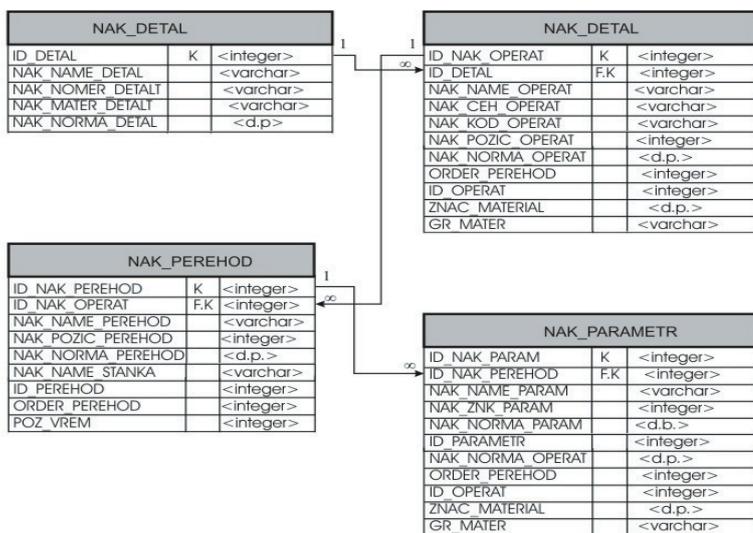


Рис. 4. Логическая структура БД “Накопительная”

Логическая структура БД “Заказов” представлена на рис. 5.

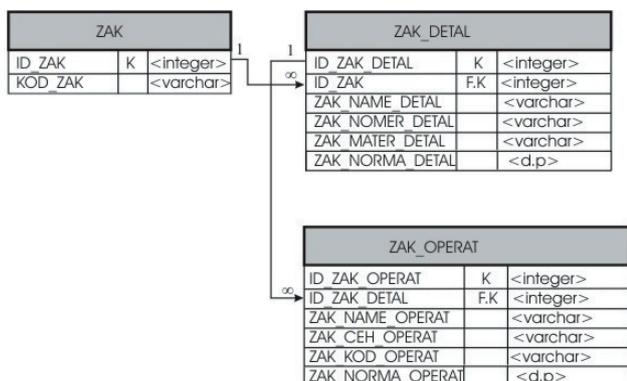


Рис. 5. Логическая структура БД “Заказов”

Разработанная логическая структура полностью соответствует основным законам создания реляционных баз данных и имеет минимальное количество связей. Это обеспечивает надежность и быстроту доступа к информации за минимальный промежуток времени с возможностью быстрого изменения и взаимного дополнения.

## 2. Исследование трудоемкости технологической подготовки производства для сравниваемых САПР

В рамках исследования трудоемкости был проведен сравнительный анализ суммарного времени проектирования простейшей детали типа «Вал» в разработанной САПР «Норма» и САПР ТП «Технопро». На рис. 6 показана диаграмма времени разработки детали на базе двух сравниваемых САПР. Диаграмма строится с момента начала проектирования 3D-модели с эскиза в САПР “Компас 3D” до завершения проектирования технологического процесса с расчетом норм труда в САПР ТП «ТехноПро».



Рис. 6. Диаграмма времени разработки детали типа «Вал»

Как можно заметить из диаграммы, представленной на рис. 6, разработанная САПР объединяет этап

проектирования 3D-модели и этап проектирования технологического процесса в одном программном продукте, что позволяет избежать этапа передачи данных о спроектированной 3D-модели в САПР ТП [3]. На этапе проектирования 3D-модели основные геометрические параметры задаются в виде отношения нечеткой лингвистической переменной к четким значениям геометрических размеров детали для дальнейшего автоматического проектирования технологического процесса [4]. Этап автоматического проектирования технологического процесса идет без участия человека и зависит от характеристик ПЭВМ и сложности проектируемой детали. Расчет трудоемкости на последнем этапе происходит в диалоговом режиме, и время выполнения, в большинстве случаев, зависит от квалификации инженера и опыта работы с САПР.

## 3. Сравнительный анализ точности расчета трудоемкости разработанной САПР и САПР ТП «ТехноПро»

Чтобы добиться максимально выгодного с экономической точки зрения технологического процесса, необходимо не только спроектировать, но и правильно рассчитать трудоемкость при изготовлении детали с учетом особенностей оборудования, режущего инструмента и многих других факторов. Современные САПР ТП в основном используют нединамические формулы расчета норм труда, что ставит определенные границы допустимых геометрических параметров детали. Данный подход к расчету трудоемкости приводит к увеличению погрешности на стадии проектирования последовательности переходов, что в сумме увеличивает погрешность в операциях. Для проведения эксперимента расчета погрешности при расчете норм труда было проведено нормирование детали типа «Вал» на базе спроектированных технологических процессов в системе «ТехноПро» и в разработанной САПР [5]. Сравнительный график расхождения значений трудоемкости для разработанной САПР [6] и «ТехноПро» с научно-обоснованными нормами труда представлен на рис. 7. Как можно заметить, точность расчетов разработанной системы «Норма» превышает сравниваемую САПР ТП «ТехноПро». Для наглядности на рис. 8 представ-

лен точный график расхождений значений погрешностей.

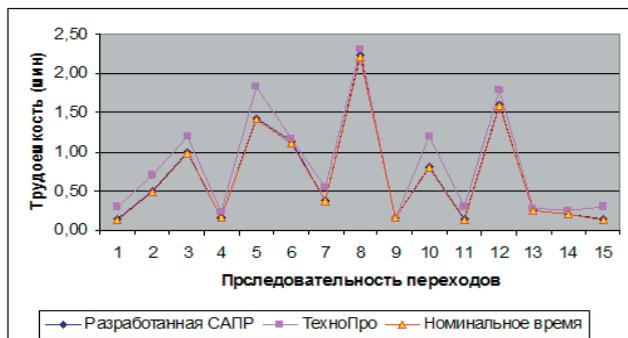


Рис. 7. Сравнительный график расхождения трудоемкости для сравниваемых САПР ТП

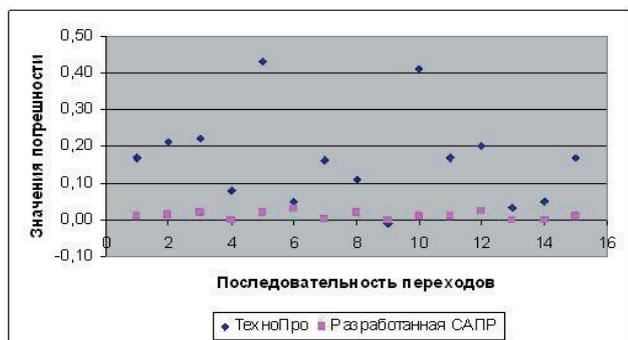


Рис. 8. Точечный график расхождения значений погрешностей сравниваемых САПР

#### 4. Выводы

В ходе сравнительного анализа разработанной САПР «Норма» были получены следующие результаты:

- разработанная САПР уменьшает затраты времени на этапе разработки 3D-модели на 29,5%;
- разработанная САПР исключает этап передачи 3D-модели в САПР ТП, что повышает уровень интеграции и исключает возможность ошибок в процессе передачи данных;
- разработанная САПР уменьшает затраты времени на этапе задания исходных данных для проектирования технологического процесса на 74,6%, благодаря возможности задания параметров на этапе диалогового моделирования 3D-детали;
- разработанная САПР по сравнению с аналогом использует меньший объем ресурсов ПЭВМ при автоматическом проектировании технологического процесса, что уменьшает степень привязки САПР к современным ПЭВМ и дает возможность использования недорогого оборудования;
- при расчете трудоемкости погрешность разработанной САПР составляет 0,12% от номинальной, в отличие от аналога, для которого погрешность составляет 24,8%. Точность расчетов позволит сократить время простоя оборудования, и, следовательно, добиться максимальной эффективности производства.

#### Литература

1. Невлюдов И.Ш., Литвинова Е.И., Евсеев В.В., Жуванова Ю.В. Автоматизация технического нормирования технологических операций в САПР // Вісті Академії інженерних наук України. – 2005. – № 3(26). – С. 81–86.
2. Евсеев В.В. Метод декомпозиций сборочного чертежа на базе нечетких множеств // Технология приборостроения. – 2006. – № 2. – С. 40–45.
3. Литвинова Е.И., Евсеев В.В., Невлюдова В.В., Хиль М.И. Автоматизована система визначення технічно обґрунтованих норм праці та трудомісткості виготовлення виробів // Технология приборостроения. – 2004. – № 2. – С. 30–37.
4. Невлюдов И.Ш., Плотникова З.В., Евсеев В.В. Модель идентификации конструкторско-технологических элементов второго уровня // Радиотехника. – 2007. – № 151. – С. 278–282.
5. Евсеев В.В. Модели и методы автоматизации проектирования технологического процесса формообразования деталей // Автореферат диссертации по специальности 05.13.12. – ХНУРЭ. – 2008. – 20 с.
6. Невлюдов И.Ш., Полушкин В.Т., Литвинова Е.И., Евсеев В.В. Автоматизированная система учета научно-обоснованных норм труда и трудоемкости изготовления продукции // Вісті Академії інженерних наук України. – 2004. – № 4(24). – С. 139–145.