

## **Программное обеспечение для системы оперативного управления производством металлоконструкций**

*А. И. Якимов, Н. П. Скрылев*

*Рассматриваются особенности разработки программного комплекса и его эксплуатации в автоматизированной системе оперативного управления. Представлена структура автоматизированной системы управления для единичного производства крупногабаритных металлоконструкций.*

**Ключевые слова:** программа, единичное производство, система управления.

## **Operation control system software for production of metal structures**

*A. I. Yakimov, N. P. Skryliov*

*In this article are reviewed the features of the development of the software and its operation in an automated operational control system. The structure of an automated control system for a one-off production of large-sized metal structures is presented.*

**Keywords:** program, one-off production, control system.

Единичное производство крупногабаритных металлоизделий (мостовых конструкций и др.) характеризуется большим ассортиментом изготавливаемых деталей, крайне малым объемом одинаковых продуктов производства (чаще – неповторяющихся), высоким уровнем квалификации рабочих, значительным объемом ручного труда, высокой трудоемкостью изделий и т. п. Учет и контроль осложняются разнообразием номенклатуры изделий для сборки конечного продукта и большим объемом незавершенных единичных циклов, что требует применения систем автоматизации оперативного учета и управления.

Разработанное прикладное программное обеспечение PROMET предназначено для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках единичного производства. Относится к классу MES-систем (MES – *Manufacturing Execution System*) для управления на уровне цеха и может использоваться при интегрированном управлении производством на предприятии в целом.

Поступающий заказ (Order) на конечный продукт состоит из отдельных изделий (ShippingStamp, в производстве именуемые «отправочные марки»), каждое из которых в свою очередь состоит из деталей (Details). В производственном процессе завершенность изделия отмечается в виде степени готовности его деталей: детали вырезаны, просверлены, зачищены, согнуты, сварены и т. д.,

а также времени выполнения производственных операций над деталями и количества деталей, находящихся в той или иной степени готовности. Когда отдельные операции над деталями, входящими в состав изделия, завершены, изделие считается готовым. Когда все изделия, входящие в заказ, готовы – заказ на конечный продукт считается выполненным (рис. 1).

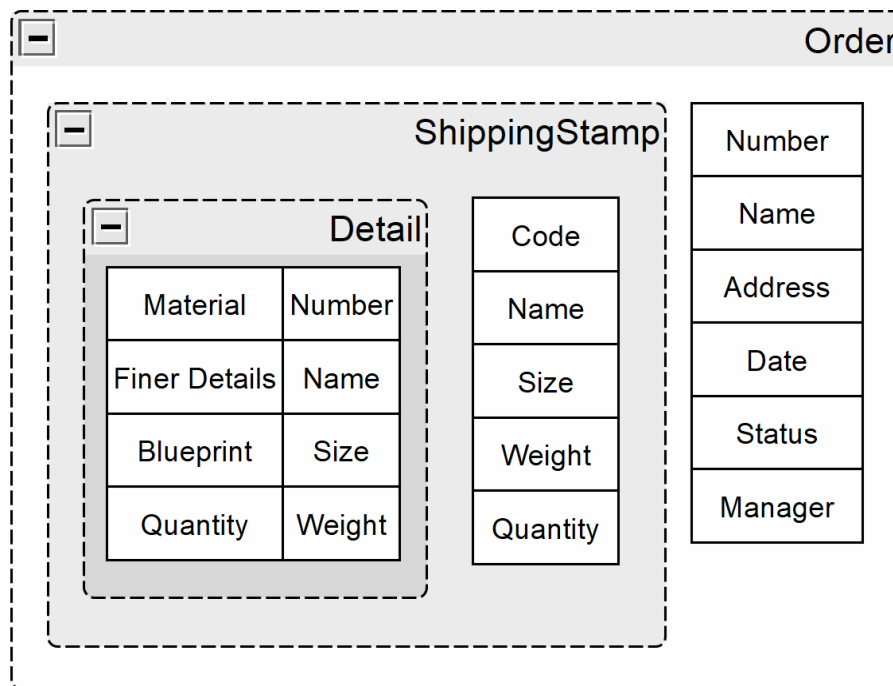


Рис. 1. Схема отношений между данными в программном комплексе PROMET

При разработке программного комплекса учтена особенность информационных технологий на предприятиях – использование для своих внутренних расчетов стандартных средств Microsoft Excel вместо реляционных СУБД. Поэтому программа хранит используемые данные в СУБД и поддерживает интерфейс Microsoft Excel для взаимодействия с пользователем. При этом использована технология переноса данных из Microsoft Excel в SQL Server 2012 с применением следующей последовательности объектов: Excel.Application: Excel.ObjWorkBook / Excel.ObjWorkSheet / Excel.ObjWorkSheet.Cells; SqlConnection: SqlCommand / Excel.ObjWorkSheets / SqlParameter / AddSqlParameter; SqlCommand.ExecuteNonQuery [1].

Серверная часть программного комплекса содержит две базы данных, которые могут быть размещены в одной или двух СУБД. Первая база данных содержит информацию о металлическом сырье, находящемся на складе предприятия. Вторая база данных содержит информацию о промежуточных результатах работы предприятия (деталях, изделиях), а также заказах, как наборах изделий, требующих изготовления.

Клиентская часть программного комплекса выполняет следующие функции:

- выполняет чтение из первой базы данных (содержащей данные о металлах) и выводит их в свой пользовательский интерфейс;
- поддерживает ручной ввод новых записей;

- поддерживает ручной ввод множества новых записей в базу;
- поддерживает импорт множества новых записей из файла табличного процессора Microsoft Excel с определенным форматом;
- поддерживает изменение любой отдельно взятой записи;
- сохраняет все изменения в базе данных после их внесения.

К представленному набору функций имеет доступ «Заведующий складом», в задачи которого входит прием и учет прибывшего сырья для упрощения работы «Технолога». Набор функций ориентирован на упрощение доступа к информации и удобство работы с ней.

Другой набор функций, который выполняет программный продукт:

- выполняет чтение из второй базы данных (содержащей данные о заказах), сохраняет его во внутреннюю структуру данных и выводит их в свой пользовательский интерфейс;
- использует древовидную структуру навигации по заказам: при открытии заказа отображаются входящие в него изделия, при открытии изделия – требуемые для его производства детали;
- поддерживает импорт новых заказов из файла Microsoft Excel с определенным форматом;
- позволяет изменять фактические и «зарезервированные» количества определенных деталей;
- рассчитывает наличие деталей для производства изделий и выделяет изделия, для которых детали имеются, как готовые к производству;
- позволяет увеличивать количество изделий, которые можно произвести, одновременно уменьшая требуемые количества деталей;
- рассчитывает наличие изделий для выполнения заказа;
- автоматически изменяет статус заказа при наличии всех изделий в требуемом количестве;
- сохраняет все изменения в базе данных после выполнения импорта заказа или перед закрытием программы.

На предприятии технологи, которым надо использовать систему оперативного учета (СОУ) для контроля этапов процесса производства, постоянно находятся в движении, выполняя учет массивных деталей самостоятельно, и затем должны возвращаться к стационарной машине для внесения новых данных (рис. 2).

Технология учета деталей может выполняться двумя способами:

создается версия программы, способная работать на портативном устройстве (под управлением Windows Phone, iOS или Android);

2) устанавливается программа удаленного подключения (например, Remote Desktop 8), которая настраивается на одном из стационарных компьютеров, и технологи обращаются с планшетов/смартфонов удаленно и работают с программой, активной на стационарном компьютере (см. рис. 2).

Для выбора варианта доступа следует учитывать то обстоятельство, что программный комплекс создает локальную копию всех данных в момент загрузки, которая может требовать значительных ресурсов, поэтому разработка

версии для портативных компьютеров становится нерациональной. Таким образом, вариант с удаленным подключением является предпочтительным.

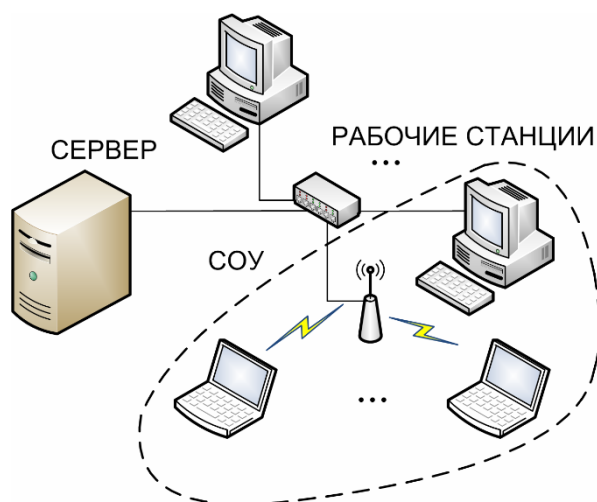


Рис. 2. Схема доступа к программному комплексу с портативных компьютеров

### Список использованных источников и литературы

1. Якимов, А. И. Информационные технологии для автоматизации единичного производства / А. И. Якимов, Н. П. Скрылев // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. : М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]; Могилев, 23–24 апреля 2020 г. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2020. – С. 351–352.

### Сведения об авторах

*Анатолий Иванович Якимов*, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления», МОУ ВО «Белорусско-Российский университет» (Беларусь, г. Могилев), [ykm@tut.by](mailto:ykm@tut.by)

*Никита Петрович Скрылёв*, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления», МОУ ВО «Белорусско-Российский университет» (Беларусь, г. Могилев), [mniccita@gmail.com](mailto:mniccita@gmail.com)