

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Иванцова Ольга Владимировна<sup>1</sup>, Тюпикова Татьяна Викторовна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Старший преподаватель Института системного анализа и управления;  
ГБОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
Институт системного анализа и управления;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: o\_ivancova@mail.ru.

<sup>2</sup>Кандидат экономических наук, доцент Института системного анализа и управления;  
ГБОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
Институт системного анализа и управления;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: ttv\_2001@rambler.ru.

*Работа посвящена автоматизации деятельности участка выпуска печатных плат промышленного предприятия. Изучен документооборот предприятия на данном участке, рассмотрены особенности информационной системы уже существующей на предприятии, ее функциональные возможности; разработана и реализована система выпуска печатных плат на основе платформы «1С:Предприятие 8.1» с учетом требований и особенностей промышленного предприятия.*

Ключевые слова: автоматизация промышленного предприятия, документооборот, информационная система, выпуск печатных плат.

## DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR MANUFACTURING ENTERPRISE

Ivantsova Olga<sup>1</sup>, Tyupikova Tatyana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Senior researcher of Institute of system analysis and management;  
Dubna International University of Nature, Society and Man,  
Institute of system analysis and management;  
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;  
e-mail: o\_ivancova@mail.ru.

<sup>2</sup>Candidate of Science in Economics, associate professor of Institute of system analysis and management;  
Dubna International University of Nature, Society, and Man,  
Institute of system analysis and management;  
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;  
e-mail: ttv\_2001@rambler.ru.

*Work is devoted to automation of activity of a site of release of printed-circuit boards of the industrial enterprise. Enterprise document flow on this site is studied, features of information system already existing at the enterprise, its functionality are considered; the system of release of printed-circuit boards on the basis of the 1С:Enterprise 8.1 platform taking into account requirements and features industrial a predpritiya is developed and realized.*

Keywords: automation of the industrial enterprise, document flow, information system, release of printed-circuit boards.

Две основные проблемы стоят на пути повышения эффективности управления информацией. Во-первых, с увеличением сложности изделий и применением для их разработки компьютеризованных систем значительно увеличивается объем данных об изделии. При этом традиционные методы уже не позволяют обеспечивать точность, целостность и актуальность данных при сохранении приемлемых

временных и материальных затрат. Во-вторых, увеличение количества разработчиков изделия создает серьезные проблемы при обмене информацией между участниками из-за наличия коммуникационных барьеров. Современные предприятия имеют, как правило, распределенную структуру, состоящую из центрального предприятия и удаленных от него предприятий-смежников и офисов, управление и взаимодействие с которыми возможно только с помощью распределенной информационно-телекоммуникационной сети, использующей современные аппаратно-программные средства и информационные технологии.

Общую структуру такого предприятия можно условно разделить на три уровня.

На первом уровне находится информационный центр и взаимодействующая с ним локальная вычислительная сеть (ЛВС) головного предприятия.

Второй уровень образуют коммуникационная система и подсистема обеспечения безопасности. Сюда входят сервер безопасности (коммуникационный сервер) с обслуживающей рабочей станцией, маршрутизаторы, АТС, каналобразующее и другое оборудование, необходимое для взаимодействия между элементами системы как внутри предприятия, так и вне его.

На третьем уровне находятся информационные системы филиалов, а также удаленные объекты, работоспособность которых обеспечивается данной АИС.

В общем случае, аппаратные и программные средства информационных систем предприятий должны быть унифицированы между собой и аппаратно-программными средствами информационного центра головного предприятия.

Это упрощает эксплуатацию системы в целом, ускоряет и упрощает документооборот, сокращает непроизводительные издержки на информатизацию организационной деятельности.

Основные этапы жизненного цикла изделия и соответствующие элементы логистической цепи иллюстрирует рис. 1.

В первом приближении в нем можно выделить: проектирование, технологическую подготовку производства, производство, реализацию, эксплуатацию и реализацию.

**Жизненный цикл изделия**

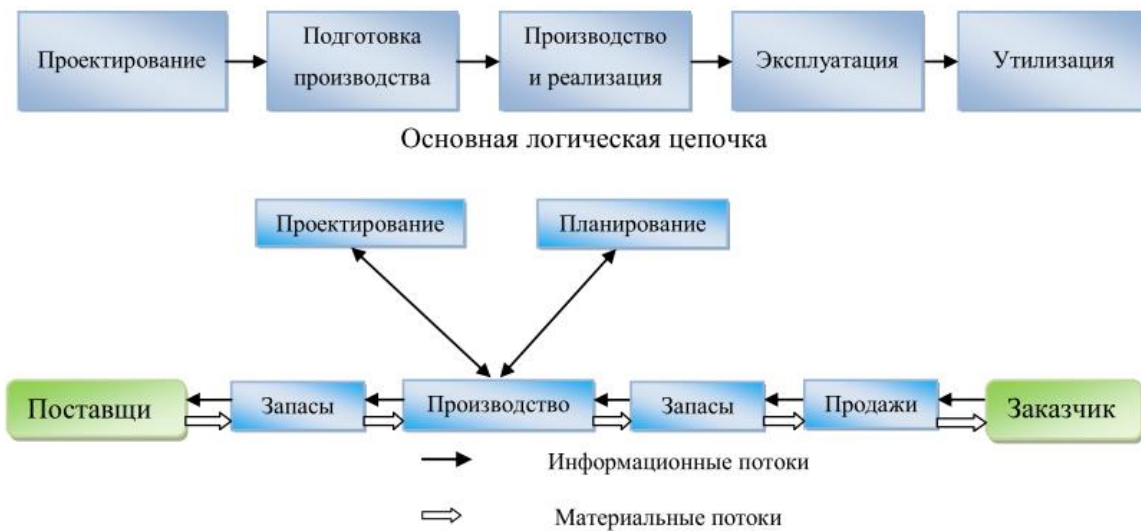


Рис. 1. Этапы жизненного цикла изделия и логистическая цепь

На этапе технологической полготовки производства осуществляется разработка технологии изготовления изделий, подготовка инструмента и приспособлений для производства, подготовка программ для станков с ЧПУ по спроектированным технологиям.

## Анализ информационных и материальных потоков производственного предприятия

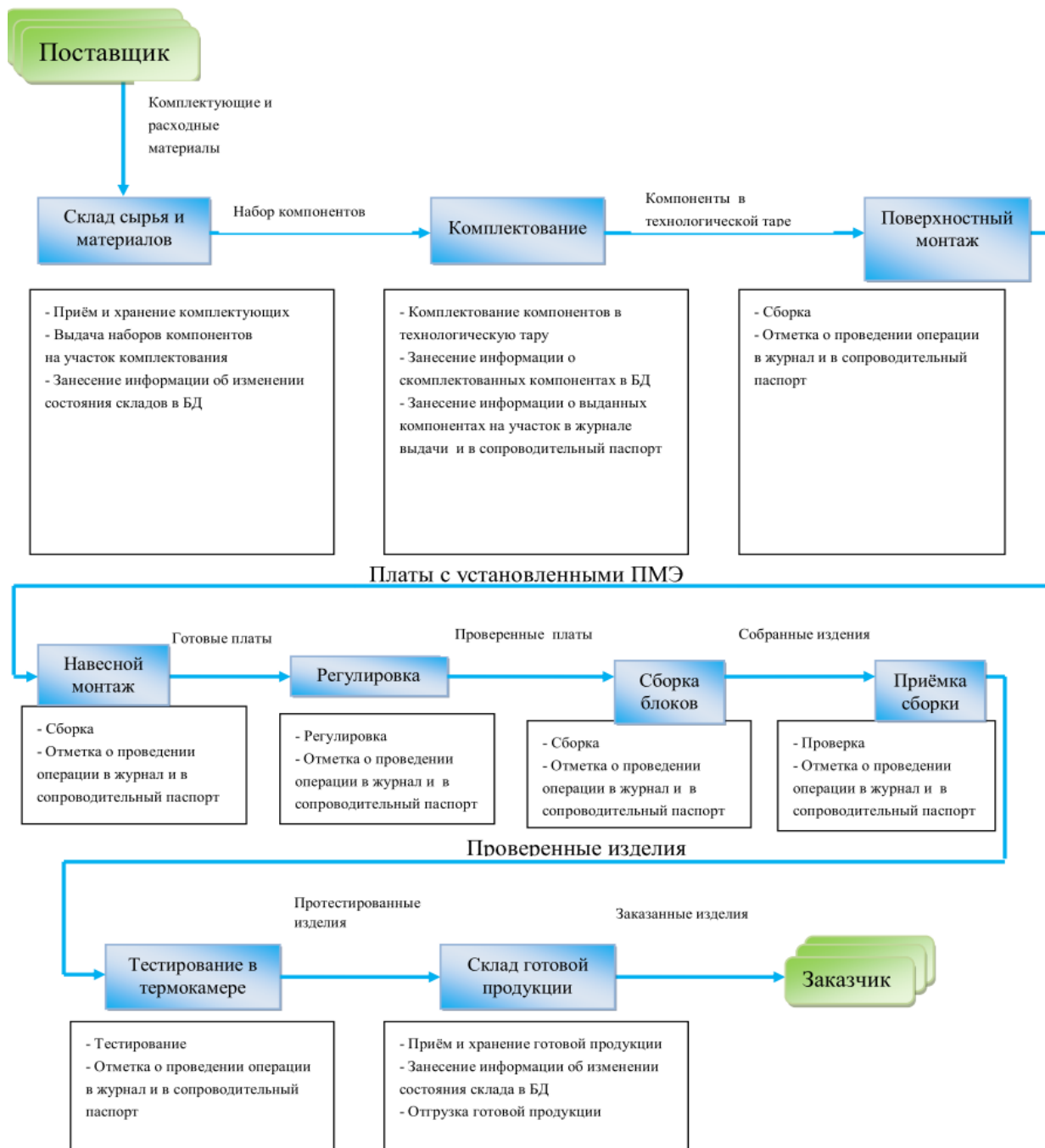


Рис. 2. Движение материальных потоков на этапе производства

На рис. 2 представлено движение материальных потоков между отдельными производственными участками. **Вывод:** Много времени тратится на заполнение бумажной документации.

## Анализ информационных систем реализующих движение информационных и материальных потоков

На предприятии уже внедрена технологическая платформа «1С: Предприятие». следовательно, рассматриваем системы реализующие движение информационных и материальных потоков, совместимые с 1С: УПП. Основные требования к системе:

1. Совместимость с технологической платформой «1С:Предприятие».
2. Объединение данных различных служб предприятия в едином информационном пространстве.
3. Русификация.
4. Простота в освоении для персонала.

Существуют множество законченных комплексных программных средств для малого и среднего производственного предприятия по управлению инженерными данными для конструкторской и технологической подготовки производства, управление производственным учетом и планированием, управление материальным обеспечением и складами, регламентированным учетом, финансовой аналитикой и кадрами. Проведя анализ существующих программных средств (см. таблица 1), выявили согласно требованиям предприятия к системе подходящую конфигурацию: «1С: УПП» и «1С:PDM».

Таблица 1. Комплексные программные средства

Комплексные программные средства	Совместимость с 1С-предприятие	Объединение данных различных служб предприятия в едином информационном пространстве	Русификация	Простота в освоении для персонала
1С: УПП 1С:PDM	да	да	да	да
mySAP PLM	нет	да	нет	нет
BaanPDM (BAAN)	нет	да	нет	нет
PDM StepSuite(НПО "Прикладная логистика")	да	да	да	нет
PLM (Аскон)	нет	да	да	нет
Windchill (PTC)	нет	да	нет	нет

На базе комплекса «1С: Предприятие» такая схема производства автоматизируется следующим образом. В качестве системы управления инженерными данными используется конфигурация «1С:PDM», осуществляющая ведение общей базы данных по изделиям, электронных архив документации, учет бумажных или электронных чертежей, электронный учет извещений об изменениях. Также система организует ведение маршрутной или операционной технологии сборки, нормирование времени сборочных операций.

В качестве системы учета заказов, работы со складами, продажей и закупками используется конфигурация «1С: Управление Производственным Предприятием». Планирование закупок комплектующих берет на себя «1С: Управление Производственным Предприятием», плюс к этому производство получает расширенные возможности по планированию и учету сборочных операций,

посменное планирование, учет заработной платы, кадров, бюджетирование и т.д. В составе комплекса «1С: Предприятие» конфигурации «1С:PDM» и конфигурации «1С:Управление Производственным Предприятием» организовываем систему штрих – кодирования.

### Доработки информационной системы производственного предприятия, реализация и внедрение

Принципы и особенности развертывания информационной системы, который состоит из набора модулей, каждый из которых предназначен для выполнения конкретной задачи (см. рис. 2).

Взаимосвязь модулей системы показана на рис. 3.

В соответствии с требуемой функциональностью системы и разработанной диаграммой классов, можно выделить следующие 9 подсистем:

- Подсистема «Администрирование» – предназначена для управления учетными записями пользователей и групп пользователей, а также для управления доступа к другим компонентам системы;
- Подсистема «Справочник компонентов и материалов» – предназначена для хранения данных обо всех используемых на предприятии материальных ресурсах, которые поставляются сторонними организациями, т.е. не изготавливаются на предприятии;
- Подсистема «Справочник оборудования» – предназначена для хранения данных обо всем оборудовании, участвующем в технологическом процессе на предприятии;
- Подсистема «Справочник операций» – предназначена для хранения данных обо всех операциях и переходах, которые выполняются в ходе технологического процесса на предприятии;
- Подсистема «Технологическая документация» – предназначена для создания документов, описывающих технологические процессы на предприятии;

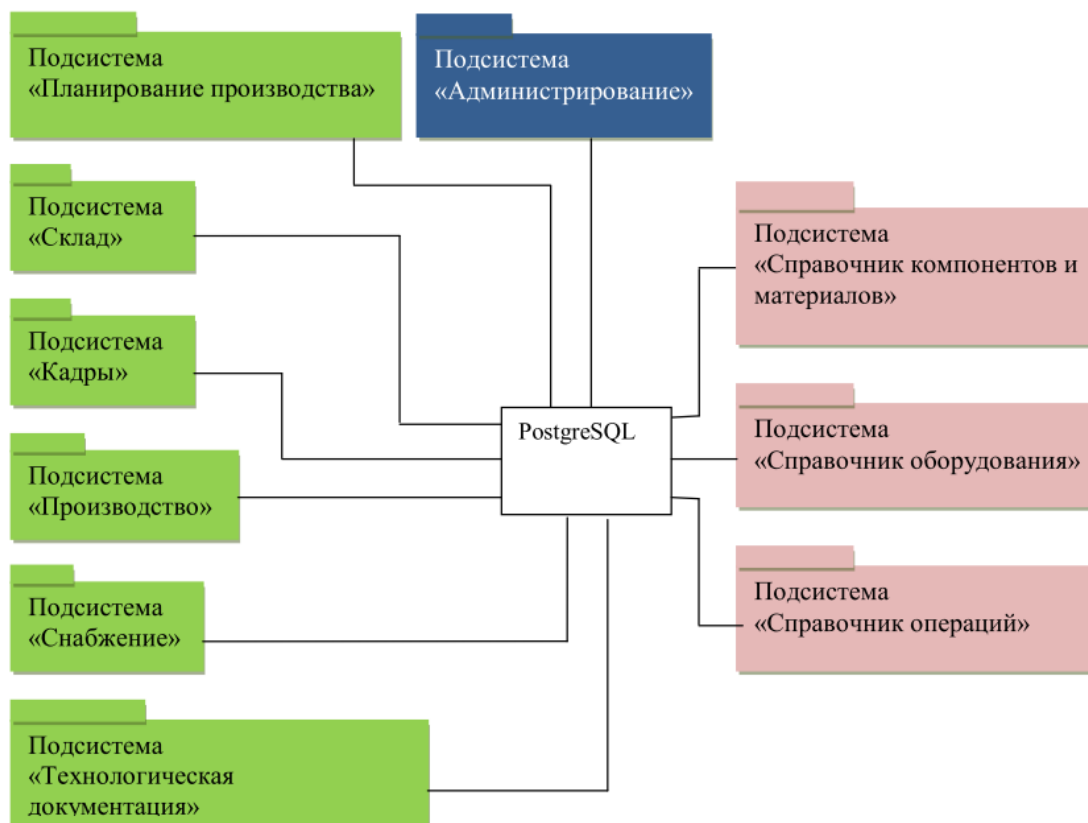


Рис. 3. Взаимосвязь основных подсистем комплекса «1С: Предприятие»

- Подсистема «Планирование производства» – предназначена для составления планов производства различной степени детализации;
- Подсистема «Производство» – предназначена для контроля соблюдения планов, созданных при помощи подсистемы «Планирование производства»;
- Подсистема «Склад» – предназначена для управления деятельностью склада: учета складских запасов, контролем за перемещением запасов внутри склада или между складами;
- Подсистема «Снабжение» – предназначена для информационного обеспечения службы снабжения предприятия.

Подсистема «Администрирование» предоставляет пользователю динамически изменяемое в соответствии с его правами доступа основное системное меню. Основное системное меню отображает список всех подсистем, к которым пользователь имеет право доступа. Администратору ИИС ПП (далее администратор) предоставляется полный список всех подсистем, включая и сам модуль администрирования ИИС ПП.

Для каждой группы пользователей администратор формирует системное меню, при помощи которого пользователь будет иметь доступ к разным частям системы. Возможность работы внутри каждого модуля определяется правами доступа группы, в которую входит пользователь.

Основным источником данных для производственного предприятия радиоэлектронной промышленности является «Справочник электронных компонентов и материалов». В этом справочнике хранится информация обо всех комплектующих, когда-либо использовавшихся в процессе жизнедеятельности предприятия.

Для поддержания справочника компонентов и материалов необходимо ввести следующие основные сущности: «Компоненты и материалы», «Свойства», «Производители» и «Варианты монтажа (использования)».

В этом справочнике содержатся основные данные по каждому компоненту: название, тип монтажа (поверхностный или выводной), ссылка на изображение и т.п. «Свойства» — это названия свойств, которыми характеризуется компонент. Например, для резистора свойствами могут быть: сопротивление, длина выводов, размеры и т.д. «Производители» — это записи о юридических лицах, являющихся производителями компонентов и материалов. «Варианты монтажа (использования)» — это краткое описание технологии использования компонента или материала. Например, для резистора с осевыми выводами вариантом монтажа можно указать: «монтаж с подгибкой выводов». Помимо описанных сущностей для работы справочника компонентов и материалов необходимы «Аналоги», «Значения свойств», «Группы компонентов и материалов». Специфика структуры данных такова, что наименование компонентов зачастую состоит из значений его свойств, поэтому в справочнике предусмотрена возможность задавать для группы порядок следования свойств при использовании их в именовании записи.

Упрощенная информационная модель БД для «Справочника компонентов и материалов» представлена на рис. 4.

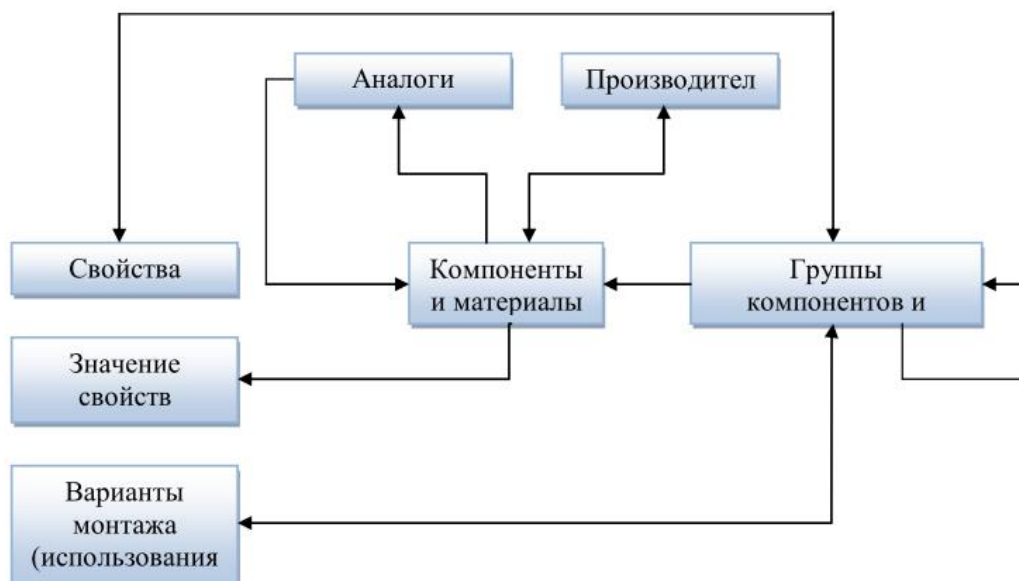


Рис. 4. Упрощенная информационная модель БД «Справочник компонентов и материалов»

Одним из основных источников данных для технологов любого производственного предприятия является «Справочник оборудования». В этом справочнике хранится информация обо всем оборудовании, используемом на предприятии. Помимо обязательных параметров, для любой группы существует возможность создать список уникальных параметров, значения которых можно указывать только для записей, входящих в эту группу. Для составления технологических процессов и при планировании производства необходимо знать параметры операций, которые выполняют рабочие или автоматическое оборудование в процессе производственного цикла. Для хранения этих данных служит «Справочник операций». Перечень наименований выпускаемых предприятием изделий разбит на 2 группы: конечные изделия и сборочные единицы. Каждая запись в перечне представляет собой определенную модификацию изделия, на которую существует уникальный комплект конструкторско-технологической документации. Таким образом, после нормализации необходимо ввести сущности «Строки спецификации», «Блоки схемы сборки с базовой деталью», «Строки маршрутного ТП», «Строки операционного ТП», в которых будет содержаться информация — наполнение каждого из этих документов. Строка спецификации представляет собой порядковый номер, наименование компонента, количество, примечание и т.п. Строка маршрутного ТП — порядковый номер операции, наименование операции, краткое описание операции и т.п. На рисунке 5 представлена упрощенная информационная модель БД для модуля «Конструкторско-технологическая документация». Спецификация на изделие составляется инженером-конструктором. В спецификацию могут быть добавлены только записи из «Справочника электронных компонентов и материалов» или непосредственно из подсистемы «Технологический процесс» (сборочные единицы).

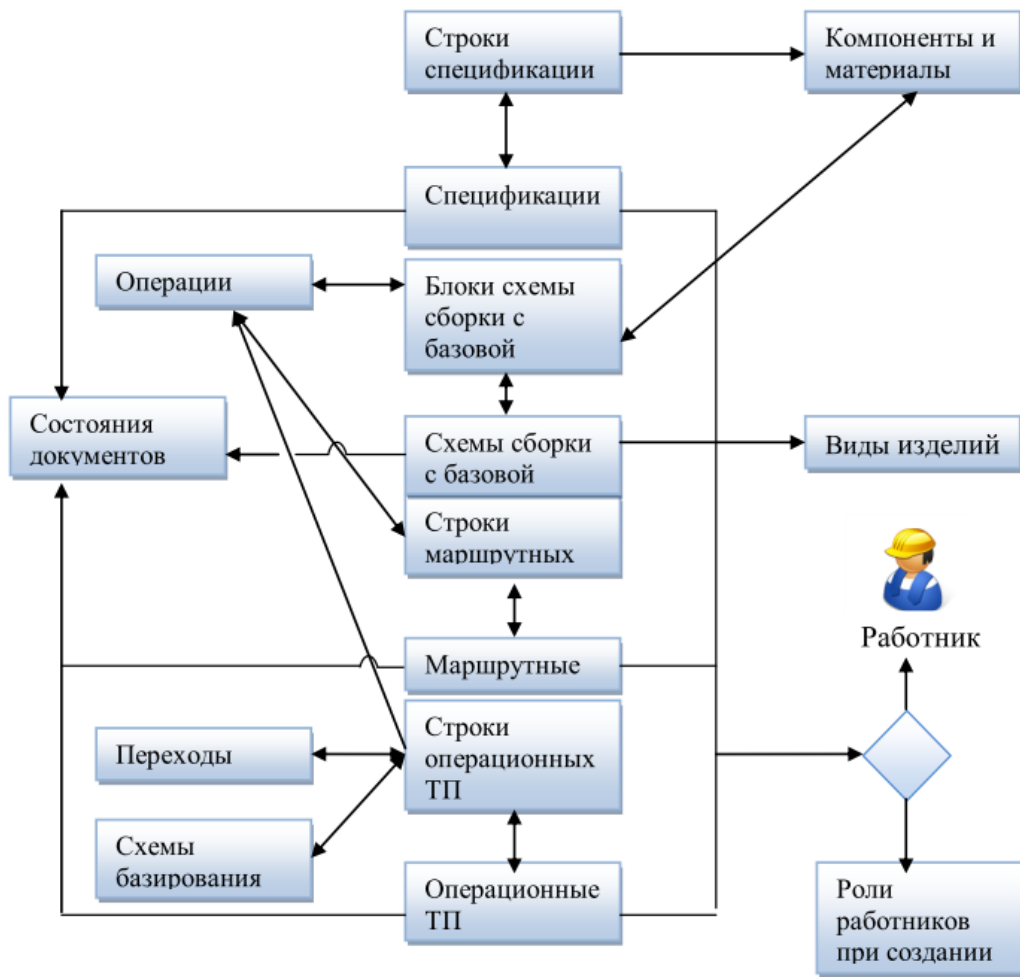


Рис. 5. Упрощённая информационная модель БД (модуль «Конструкторско-технологическая документация»)

«Маршрутный технологический процесс» представляет собой перечень основных операций, которые необходимо выполнить для производства изделия, также он в данной подсистеме является шаблоном для сопроводительного паспорта изделия (документа, в котором проставляются отметки о выполненных операциях, времени окончания и выполнившем операцию работнике). Отметки появляются на этапе производства, когда маршрутный техпроцесс связывается с конкретной серией выпускаемых изделий. Эта связь порождает документ «Сопроводительный паспорт на серию изделий». Незаполненные операционные карты создаются автоматически после создания сопроводительного паспорта на изделие. Каждой записи об операции в маршрутном технологическом процессе соответствует не более одной операционной карты. Операционная карта заполняется с использованием спецификации на изделие. При таком подходе сводится к минимуму возможность пропустить какие-либо комплектующие при создании технологических карт, т.к. система предупредит технолога о том, что остались неиспользованные в технологическом процессе комплектующие или материалы. При необходимости каждому комплектующему в технологической карте указываются особенности его установки.

Подсистема «Планирование производства» позволяет создавать помесечные, квартальные и ежедневные планы производства, а также утверждать заказы предприятия и оценивать их стоимости. При оценке заказа подсистема оценивает уровень складских запасов, рассчитывает максимальную и минимальную стоимость комплектации исходя из максимальной и минимальной стоимостей комплектующих и материалов, а также учитывает трудозатраты на изготовление заданной партии. После ввода данных о сроках выполнения заказа, при получении данных о зарплатах сотрудников, занятых при производстве данной серии изделий, из подсистемы «Кадры» либо при её отсутствии из подсистемы «Справочник персонала», данных о занятости сотрудников подсистемы «Производство»,



а также данных о стоимости комплектации из подсистемы «Снабжение», подсистема «Планирование производства» рассчитывает общую стоимость затрат на производство и себестоимость единичного экземпляра партии. На основании всех этих данных пользователем принимается решение об утверждении заказа и включении его в план производства. В процессе производства подсистема контролирует уровень выполнения планов, позволяет просмотреть состояние работ на текущий момент, а также выдаст пользователю предупреждения о несоответствии реальных сроков выполнения работ с запланированными.

Подсистема «Производство» предназначена для обеспечения контроля производства. Данная подсистема может работать как во взаимодействии с подсистемой «Планирование производства», обеспечивая контроль выполнения планов, разработанных в этой подсистеме, так и независимо от неё, позволяя контролировать состояние каждого рабочего места. Подсистема «Производство» предоставляет каждому пользователю информацию в зависимости от прав доступа. Бригадирам участков посредством этой подсистемы предоставляется оперативная информация о состоянии рабочих мест. Подсистема «Склад» является основным инструментом работника склада. Назначение этой подсистемы — контроль состояния складов предприятия, подготовка информации для работников складов о проведении необходимых операций прихода и списания складских запасов. Структура данной подсистемы следующая: в подсистеме указан перечень основных и промежуточных складов предприятия, которые она контролирует. Пользователю предоставляется как информация по каждому складу в отдельности, так и сводная информация по всем складам предприятия.

Для реализации модуля склад необходимо ввести в информационную модель БД следующие основные сущности «Ячейка», «Упаковка», «Товар» и основные документы «Заявки на приемку», «Приходные ведомости», «Ведомости размещения», «Инвентаризация», «Заявки на комплектацию», «Расходные ведомости». «Товар» — основная сущность складской подсистемы — хранит информацию о товаре, его наименовании, производителе и т.п. «Ячейки» — это запись о физическом месте хранения товара на складе. В записи хранится наименование и описание размещения ячейки. Для реализации складской функциональности необходимо реализовать и связать с «Ячейкой» сущности «Состояние ячеек», «Типы ячеек», «Складские зоны». «Состояние ячеек» — это информация о текущем состоянии, ячейки (на инвентаризации, запрещена к отгрузке, запрещена к заполнению и т.п.). «Тип ячеек» — это определяемое кладовщиком логическое описание назначения ячеек (резервное хранение, активное хранение и т.п.). Складские зоны созданы для группировки ячеек по зонам, каждая из которых имеет свое назначение (зона отгрузки, зона длительного хранения, зона карантин и т.п.).

«Упаковка» – сущность, реализующая объединение хранящегося товара по упаковкам (коробкам, катушкам и т.п.). «Заявки на приемку» – документ, содержащий данные о будущей поставке, который составляется на основе счетов, подготовленных службой снабжения. Этот документ необходим для предварительной подготовки склада к приему товара. «Приходные ведомости» содержат информацию о поступлении товара на склад (перечень товаров, количество, дату поставки и т.п.). «Ведомости размещения» – документы, необходимые для размещения полученного либо разукomплектованного товара на складе. Здесь указывается соответствие упаковок и ячеек, в которых необходимо хранить товар. «Инвентаризация» – документ, позволяющий привести в соответствие реальные данные о состоянии склада и данные об его состоянии в БД, если в процессе приема или списания товара были допущены ошибки. «Заявки на комплектацию» – документы, содержащие данные о требуемых комплектациях, которые позволяют складскому персоналу подготовиться к отгрузке товара со склада. «Расходные ведомости» содержат информацию об отгрузке товаров со склада. Помимо указанных сущностей в информационную модель необходимо ввести «Поставки» и «Отгрузки». В этих записях будет храниться подробная информация о каждой поставке и отгрузке конкретного товара со склада. На рисунке 6 представлена упрощенная информационная модель БД для модуля «Склад». Основной информацией в модели является информация о состоянии склада, которая включает в себя перечень складских запасов с указанием количества находящегося на каждом складе и суммарного количества на всех складах предприятия, физическое местоположение на складе каждого продукта из перечня. По каждому продукту можно просмотреть подробные данные о проводимых с ним операциях (приход, расход, инвентаризация), а также аналоги, которыми его можно заменить.

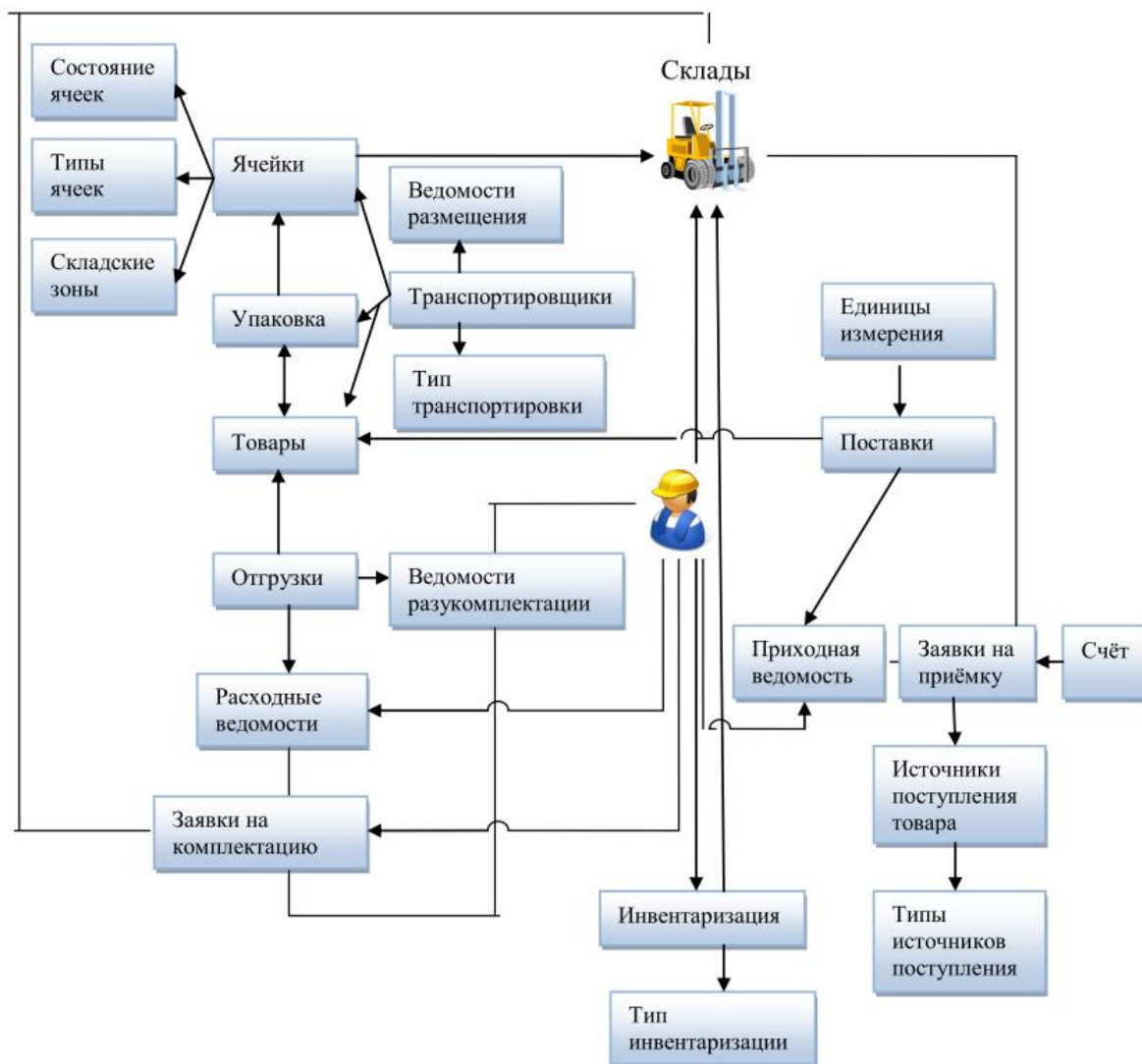


Рис. 6. Упрощенная информационная модель БД (модуль «Склад»)

Для каждого принятого на склад продукта после утверждения приходной ведомости пользователем существует возможность распечатать этикетку, содержащую уникальный штрих-код партии и наименование продукта. При помощи штрих-кода на данной этикетке можно уникально идентифицировать и при необходимости автоматически занести информацию о продукте в систему. Впоследствии возможна замена штрих-кодов на радиометки по технологии RFID при соответствующей доработке подсистемы.

В подсистеме «Склад» есть возможность посмотреть статистику по приходованию складской продукции. Эта статистика содержит подробное описание продукции, даты и времени приема на склад, количества и т.д. Списание продукции со склада осуществляется на основании расходной ведомости.

Подсистема «Снабжение» – основной инструмент для работы сотрудника отдела снабжения. Подсистема построена следующим образом:

Основной информацией, предоставляемой пользователю подсистемы, является перечень продукции, используемой предприятием, который формируется динамически на основании утвержденных планов работ. Он включает в себя информацию о продукции (наименование и описание), количество, которое в соответствии с потребностями производства останется на складе на конец месяца, а также текущее количество на складе.

Если остаток на конец месяца какой либо позиции в списке отрицателен то соответствующая продукция рекомендуется к закупке.

Для реализации модуля «Снабжение» необходимо определить в БД следующие основные сущности: «Счета», «Поставки», «Поставщики», «Ведомости покупных изделий». На основании этого перечня составляется ведомость покупных изделий, в которой указана продукция, которую необходимо закупить для обеспечения ежемесячного плана работ, на рис. 7 представлен помощник планирования.

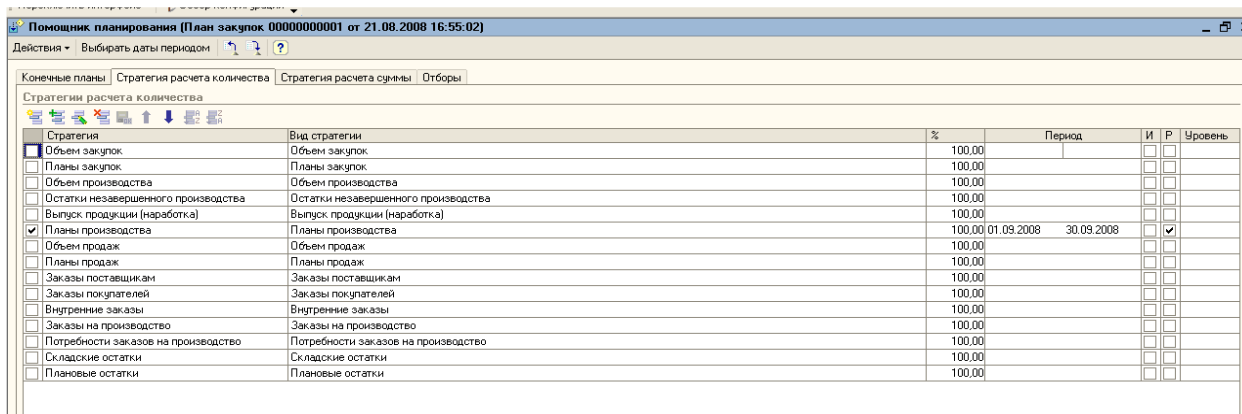


Рис. 7. «Помощник планирования»

«Ведомость покупных изделий» используется для создания счетов на закупку комплектующих. Вся продукция, указанная в ведомости покупных изделий, должна быть закуплена, т.е. должны быть оформлены счета на закупку всего объема продукции.

Счета на закупку содержат информацию, которая позволяет следить за состоянием, сроками и комплектностью поставок. На их основе создаются приходные ведомости в подсистеме «Склад». Подсистема также может предоставлять пользователю статистическую информацию о ценах продукции у различных поставщиков в разное время.

Статистика строится на основе созданных ранее пользователями подсистемы счетов на закупки. Более того, подсистема позволяет делать примечания о закупках отдельных видов продукции у определенных поставщиков, что позволяет работнику отдела снабжения учитывать дополнительные факторы заключая договоры о закупках.

### Расчет времени на выполнение технологических операций после внедрения доработанной информационной системы

Последовательность технологических операций, для которых производится расчет времени представлена на рис. 8.



Рис. 8. Последовательность технологических операций

Рассчитаем затрачиваемое на данные операции время по формуле:  $T=t1+t2+t3+t4+t5+t6+t7+t8$ ,

где:  $T$  – количество времени на выполнение технологических операций по сопроводительному паспорту на всех задействованных участках;

$t_1...t_8$  – время на выполнение технологических операций по сопроводительному паспорту на определённом участке (см. табл. 2).

Таблица 2. Суммарное время

	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	Т, кол-во времени
<b>До внедрения АИС</b>	5мин	5мин	5мин	5мин	5мин	5мин	5мин	5мин	40мин
<b>После внедрения АИС</b>	6мин	6мин	1сек	1сек	1сек	1сек	1сек	1сек	12мин 6сек

Из табл. 2 мы видим, что величина  $t_1$  и  $t_2$  больше во внедрённой АИС. Это объясняется тем, что на этих участках присутствует дополнительная операция: печать и нанесение собственных штрих-кодов на сопроводительном паспорте. Несмотря на это, на всех остальных участках время на выполнение технологических операций по сопроводительному паспорту значительно ниже. В итоге после внедрения АИС количество времени на выполнение технологических операций по сопроводительному паспорту на всех задействованных участках уменьшилось.

## Выводы

Разработана автоматизированная система документооборота и учета продукции и комплектующих производственного предприятия. Создание базы позволило автоматизировать производственный участок. Созданные электронные документы:

1. учёта приходов сырья и материалов;
2. учёта выработки готовой продукции;
3. учёта реализации продукции.

Разработанная система позволила:

1. Исключить бумажный документооборот (за исключением отчетов), в рамках производственного участка.
2. Уменьшить времена создания отчетов, от нескольких часов до внедрения до нескольких секунд после.
3. Вести оперативный учет продукции и комплектующих, что позволило контролировать ответственных за складской учет работников, а так же вовремя принимать решения о необходимости закупки компонентов.

## Список литературы

1. Тюпикова Т. В., Самойлов В.Н. Информационные технологии управления финансовой деятельностью предприятия. Практикум / Учебное пособие университета Дубна. – Дубна: ОИЯИ, 2012. – С. 71.
2. Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В. Информационные технологии анализа предпринимательской статистики / Учебно-методическое пособие университета Дубна. – Дубна: ОИЯИ, 2012. – С. 90.
3. Иванцова О.В., Тюпикова Т.В. Методы разработки и реализации информационных систем на основе учебного курса «Базы данных» в выпускных квалификационных работах университета «Дубна» // Сборник тезисов 20-й Международной конференции МКО. – Москва, 2013. – С. 346.
4. Иванцова О.В., Тюпикова Т.В. Проектирование баз данных и автоматизация документооборота производственного предприятия. – Сборник тезисов 20-й Международной конференции МКО. – Москва, 2013. – С. 334.