

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н.Е. ЖУКОВСКОГО  
«ХАРЬКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ»

С.В. ГУБИН, А.В. БОЯРЧУК

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ**

**Курс лекций**

**2009**

УДК 65.012.34:004.9

Рецензент: д.т.н. проф. Харченко В.С.

**Информационные технологии в логистике** / Губин С.В., Боярчук А.В. / – Курс лекций для высших технических учебных заведений. – Киев: «Миллениум», 2009. – 60 с.

Рассмотрены основные понятия и концепции логистических информационных систем. Проанализированы подходы к изучению и использованию имитационного моделирования в логистике. Также рассматриваются проблемы применения технологий дополненной реальности в производстве и логистике.

Лекционный курс соответствует программе дисциплины «Информационные технологии в логистике», подготовленной для магистров и аспирантов в рамках проекта Tempus 27300-2006 “Logistics for Aviation Engineering: Curriculum and Training Center”. Этот проект, финансируемый Европейским союзом по программе Tempus, посвящен разработке и внедрению учебных курсов для подготовки магистров по направлению логистики авиационного производства.

Книга ориентирована на специалистов в области разработки информационных систем, их компонентов, других объектов, где возможно системное применение информационных технологий в логистике. Она может быть полезна студентам университетов, обучающихся по направлению логистики и компьютерной инженерии.

© Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», 2009

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ .....	7
2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ.....	12
3. ERP СИСТЕМЫ .....	20
3.1. Enterprise resource planning (ERP) система .....	20
3.2. Планирование материалов (MRP) и производственных ресурсов (MRP II) .....	23
3.3. Оперативное планирование (APS-системы).....	30
4. ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	39
4.1 Моделирование в логистике .....	39
4.2 Требования к симуляторам. Часто используемые пакеты моделирования.....	43
4.3 Дополненная реальность .....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
Литература .....	59

## **ВВЕДЕНИЕ**

Информационные технологии в логистике несут две полезные функции. Во-первых, с их помощью ускоряется процесс получения заказов, обработка товаров, отбор, отправка и выставление счетов. Чем быстрее все это происходит, тем меньше длительность цикла заказа с точки зрения покупателя, меньше бумажной работы и ошибок, а значит, и затрат. Если фирма может быстро отвечать на запросы покупателей, она уменьшает для себя неопределенность в отношении колебаний спроса и сроков выполнения заказов, и, таким образом, избавляется от необходимости лишних страхующих запасов. Во-вторых, информационные технологии плодотворно сказываются на планировании и оценке альтернатив. Для этого можно использовать средства поддержки принятия решений, способные повысить скорость, точность и полноту логистических решений.

Уровень определения местонахождения каждой единицы продукции в данный момент предопределило потребность в обработке громадных объемов данных. Современные информационные технологии позволяют реализовать такую обработку. В частности, информационные технологии дают возможность для сравнения качества услуг различных поставщиков, оценки эффективности товародвижения. Наконец, приходит понимание, что обрабатывать информационные потоки не менее необходимо, чем материальные.

Необходимо отметить, что эволюция мирового рынка дает преимущества стране, создающей у себя и передающей для производства другим странам наукоемкие изделия, включающие новые технологии и современные профессиональные знания. Идет торговля невидимым продуктом: знаниями, культурой, происходит навязывание высокоразвитыми странами стереотипа поведения. Именно поэтому в информационном обществе стратегическим ресурсом становятся информация, знание, творчество. Посредством дистанционного обучения, компьютерных игр, компьютерных видеофильмов и других информационных технологий компьютерные технологии оказывают огромное влияние на формирование условий и среды, в которых развиваются и процветают таланты. Предполагается, что социальное влияние информационной революции будет заключаться в синтезе западной и восточной мысли.

Информационные технологии играют важную стратегическую роль в развитии каждой страны. Эта роль быстро растет за счет того, что информационные технологии:

- активизируют и повышают эффективность использования информационных ресурсов, обеспечивают экономию сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, человеческих ресурсов, социального времени;

– реализуют наиболее важные и интеллектуальные функции социальных процессов; информационные технологии занимают центральное место в процессе интеллектуализации общества, в развитии системы образования, культуры, новых (экранных) форм искусства, популяризации шедевров мировой культуры, истории развития человечества;

– обеспечивают информационное взаимодействие людей, способствуют распространению массовой информации; информационные технологии быстро ассимилируются культурой общества, снимают многие социальные, бытовые и производственные проблемы, расширяют внутренние и международные экономические и культурные связи, влияют на миграцию населения по планете;

– оптимизируют и автоматизируют информационные процессы в период становления информационного общества;

– играют ключевую роль в процессах получения, накопления, распространения новых знаний по трем направлениям.

1. Информационное моделирование, позволяющее проводить «вычислительный эксперимент» даже в условиях, которые невозможны при натуральном эксперименте из-за опасности, сложности и дороговизны.

2. Второе направление основано на методах искусственного интеллекта, оно позволяет находить решения плохо формализуемых задач, задач с неполной информацией и нечеткими исходными данными по аналогии с созданием метапроцедур, используемых человеческим мозгом.

3. Третье направление базируется на методах когнитивной графики, т.е. совокупности приемов и методов образного представления условий задачи, которые позволяют сразу увидеть решение либо получить подсказку для его нахождения. Оно открывает возможности познания человеком самого себя, принципов функционирования своего сознания.

Ввиду вышесказанного, перспективные исследования в области отечественного имитационного моделирования требуют решения следующих проблем:

– разработка отечественного аналога системы оптимизации имитационного моделирования. В настоящее время, когда в экономике Украины на передний план выходят такие задачи первостепенной важности, как исследование транспортных сетей и коридоров, многофункциональных сложных систем (например, морских портов Украины), актуальными становятся проблемы разработки отечественных систем моделирования, базированных на методах оптимизации. Последнее особенно важно в условиях финансовых затруднений с приобретением их зарубежных аналогов и отсутствия соответствующих отечественных разработок. При этом компонента-оптимизатор должна поддерживать как зарубежные, так и отечественные, в том числе созданные в Институте кибернетики, стратегии оптимизации. В качестве базовой системы моделирования целесообразно использовать разработанную в Институте

кибернетики систему имитационного моделирования, поддерживающую создание и реализацию как последовательных, так и распределённых приложений;

- разработка методолого-технологических стандартов создания и реализации приложений, функционирующих в рамках интегрированных сред моделирования;

- разработка методологических основ реализации оптимизации моделирования на базе технологий распределённых вычислений;

- применение оптимизационно-имитационной методологии в практике исследования сложных систем, имеющих важное значение для экономики Украины.

В практике отечественного имитационного моделирования сделаны первые шаги в области разработки систем распределенного имитационного моделирования и отсутствуют работы, связанные с концепцией e-Manufacturing. В связи с этим актуальными являются работы по практическому использованию и развитию в Украине высокоразвитых систем распределенного имитационного моделирования и концепции VR-моделирования.

## 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ

Для повышения эффективности в логистике активно применяются информационные технологии. В качестве наиболее полезных из них следует выделить оборудование для обработки, хранения и связи, а также всевозможное программное обеспечение. С точки зрения эффективности любые применяемые информационные технологии должны обеспечивать точную, доступную, надежную, гибкую, интегрированную и своевременную информацию.

Прежде, чем приступить к рассмотрению информационных технологий, необходимо разобраться с понятием информационного потока, его свойствами и характеристиками.

*Информационный поток* – это поток сообщений в речевой, документной (бумажной и электронной) и других формах, сопутствующий материальному или сервисному потоку в рассматриваемой логистической системе и предназначенный в основном для реализации управляющих воздействий.

Информационные потоки, возникающие при внешних воздействиях на соответствующую среду, переносят информацию (сообщения) от ее источников к ее потребителям. Эти потоки могут иметь важное самостоятельное значение для оперативного управления и выработки стратегических решений, а могут соответствовать материальным и управлять ими. Различие скоростей материальных и информационных потоков может при наличии соответствия приводить к временному сдвигу между ними.

Для обработки информационных потоков современные логистические системы имеют в своем составе информационный логистический центр. Задача такого центра – накопление получаемых данных и их прагматическая фильтрация, т. е. превращение в информацию, необходимую для решения логистических задач. При этом связь центра с источниками информации может быть односторонней, двусторонней и многосторонней. Современные логистические системы используют последний способ связи.

Таким образом, логистика оперирует многочисленными показателями и характеристиками информационных потоков: номенклатурой передаваемых сообщений, типами данных, документами, массивами данных; интенсивностью и скоростью передачи данных; специальными характеристиками (пропускной способностью информационных каналов, защитой от несанкционированного доступа, помехозащищенностью и др.).

Между информационным и материальным потоком отсутствует изоморфность (т. е. однозначное соответствие, синхронность во времени возникновения). Как правило, информационный поток либо опережает материальный, либо отстает от него. В частности, само зарождение

материального потока обычно является следствием информационных потоков в ходе, например, переговоров по сделкам купли-продажи товаров, составления контрактов и т. д. Типичным является наличие нескольких информационных потоков, сопровождающих материальный поток.

Информационные потоки в логистике образуются в виде потоков массивов электронных данных, определенным образом оформленных бумажных документов, а также в виде потоков, состоящих из обоих этих типов квантов информации.

К такой информации относятся:

- телефонограммы и факсы;
- накладные, поступающие вместе с товаром;
- информация о поступлении и размещении грузов на складах;
- данные о транспортных тарифах и о возможных маршрутах и типах транспорта;
- изменения в динамических моделях состояния запасов;
- библиотеки управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением и каталоги этих библиотек;
- различная нормативно-справочная производственная информация;
- изменения в динамических моделях рынка и в его сегментировании;
- текущие сведения о производственных мощностях;
- текущие сведения о поставщиках и производителях;
- изменения в динамических моделях портфеля заказов;
- текущие сведения о незавершенном производстве;
- данные о планах выпуска;
- текущие данные о складах;
- данные об объемах и видах готовой продукции;
- данные о фактическом сбыте продукции потребителям;
- данные о финансовых потоках.

Таким образом, информация, создающаяся, хранящаяся, циркулирующая и используемая в логистической системе, может быть признана полезной, если возможно ее включение в текущие производственно-сбытовые процессы.

Для успешной и эффективной реализации логистического управления на основе анализа информационных потоков необходимы определенные факторы и предпосылки, а именно:

- наличие соответствующих информационных характеристик процесса;
- адекватный уровень систематизации и формализации процесса логистического управления;
- организационные формы и система методов логистического управления;



– возможность сокращения длительности переходных процессов и оперативного получения обратной связи по результатам логистической деятельности.

Информационный поток определяется следующими параметрами:

1. Источником возникновения.
2. Направлением движения, либо адресатом.
3. Скоростью передачи.
4. Общим объемом.

В практической деятельности скорость информационного потока может определяться числом документов или документострок во всех документах, передаваемых или обрабатываемых в единицу времени. Соответственно общий объем информационного потока может измеряться общим числом передаваемых или обрабатываемых документов или же суммарным числом содержащихся в них документострок.

Информационный поток может функционировать в том же направлении, что и соответствующий материальный поток, либо он может быть направлен навстречу «своему» материальному потоку. Направление информационного потока может в ряде случаев не иметь ничего общего с направлением движения соответствующего материального потока. Например, комплектующие изделия поступают от производителя на входной склад, а соответствующие счета – в бухгалтерию.

Если удовлетворяются заказы на поставку сырья, материалов и комплектующих, информационный поток, образованный этими заказами, оформленными в виде документов, направлен в сторону, противоположную соответствующему материальному потоку. Он возникает раньше этого материального потока. Иными словами, этот информационный поток предваряет инициированный им материальный поток.

Фактуры, накладные и необходимая эксплуатационная документация образуют информационный поток,двигающийся в том же направлении, что и соответствующий материальный поток и одновременно с ним.

Информационный поток,двигающийся навстречу материальному, может быть не только предваряющим, но и отстающим. Например, поток информации, образованный документами о результатах приемки или отказе в приемке груза, различными претензиями, гарантийными документами и др.

Таким образом, информационные потоки могут опережать, отставать или быть синхронными с соответствующими материальными потоками. Каждый из этих типов информационных потоков может двигаться в том же направлении, что и соответствующий материальный поток, быть встречным ему или же двигаться в не совпадающем с ним направлении.

Каждый тип информационного потока характеризуется своим сочетанием этих двух качеств. Соответственно можно назвать следующие разновидности информационных потоков:

- опережающие с совпадающим направлением;
- опережающие встречные;
- опережающие, различающиеся по направлению;
- синхронные с совпадающим направлением;
- синхронные встречные;
- синхронные, различающиеся по направлению;
- отстающие с совпадающим направлением;
- отстающие встречные;
- отстающие, различающиеся по направлению.

Таким образом, разнообразные информационные потоки являются теми связями, которые объединяют в единое целое различные функциональные подсистемы. В каждой из этих функциональных подсистем реализуются материальные потоки, соответствующие целям, обеспечиваемым этими подсистемами. Информационные потоки объединяют эти подсистемы в единое целое, так что отдельные цели каждой подсистемы подчиняются общей цели всего производственно-сбытового комплекса. Именно это является основной концепцией логистики.

На основе контроля за информационными потоками можно осуществить горизонтальную и вертикальную интеграцию.

Горизонтальная информационная интеграция позволяет обеспечить взаимоувязанной информацией все материальные потоки, начиная от поступления сырья, материалов и комплектующих, и до готовых изделий, поступающих к потребителям. Этим достигается то, что все управляющие воздействия в функциональных подсистемах и вызванные ими последствия увязываются с общими целями и общей стратегией всей производственно-сбытовой системы.

Вертикальная информационная интеграция может охватить все уровни иерархии производственно-сбытовой системы прямыми (направленными сверху вниз) и обратными (направленными снизу вверх) связями. В результате оказывается возможным оперативно получать достоверную информацию о ходе поставок сырья, производства, сборки, испытаний и доставки продукции потребителям. Наличие такой информационной системы с вертикальными связями позволяет правильно оценивать, своевременно вносить необходимые коррективы и тем самым влиять на процессы закупки, производства, сборки, испытаний, складирования и экспедирования. Подобное оперативное управление позволит правильно учитывать результаты маркетинговых исследований при определении номенклатуры и объема выпускаемой продукции, организовать удовлетворение конкретных заказов, а также обеспечить поддержание требуемого уровня качества.

Обобщая сказанное, можно отметить: объективная и адекватная информация используется при логистическом управлении дважды и двояким образом.

Первый раз потоки информации используются для создания системы логистического управления, ее разработки и внедрения в жизнь.

Второй раз потоки информации используются для адекватного управления в рамках уже сложившейся системы логистики.

Так или иначе, информационные потоки в логистике нужно формировать, отвечая на следующие вопросы:

- чем вызвана необходимость в данной информации (а не кем поставлена соответствующая задача);

- на какую внутреннюю информацию можно рассчитывать, насколько она полна и достоверна;

- какие реальные данные внешней информации можно фактически получить, каким образом и какую вторичную информацию можно достоверно использовать;

- какую технику, кадры и ресурсы можно применить при создании и использовании информационных потоков;

- каковы требования к степени оперативности получаемой информации, к ее долговечности.

Виды информационных потоков, циркулирующих в логистических системах, имеют некоторое отличие от всех других видов потоков. Отличие состоит в самом объекте движения – обмене информации между различными звеньями логистической системы.

## 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ

Любая логистическая система состоит из совокупности элементов – звеньев, между которыми установлены определенные функциональные связи и отношения. Непосредственно рабочим звеном информационной системы может быть автоматизированное рабочее место управленческого персонала, информационное подразделение системы управления организацией или обособленная группа управленческих работников, объединенных общностью выполняемых информационных функций (процедур, операций).

К важнейшим достижениям ИТ в области средств связи и информатики, позволившим реализовать идеи логистического управления на практике, относятся нижеследующие.

1. Компьютеризации управления логистическими процессами, а именно:

- создание и массовое использование компьютеров;
- создание прикладных программных систем, автоматизирующих процессы планирования, прогнозирования, принятия решений, ведения баз данных, решение оптимизационных задач и т.п.

2. Развитие средств передачи данных:

- разработка стандартов передачи информации;
- создание средств передачи информации.

Это дало возможность отслеживать все этапы движения сырья, деталей, готовой продукции, что позволило четко выявить огромные потери в существующих схемах управления материалопотоками. Поэтому возникла необходимость разработки новых, эффективных способов организации и управления всеми видами потоков на предприятиях. Кроме того, появились принципиально новые возможности:

- автоматического отслеживания наличия полуфабрикатов, выпуска готовой продукции, состояния производственных запасов, объемов поставок материальных ресурсов, места нахождения грузов на пути от производителя до потребителя;

- оперативной передачи информации о реквизитах транспортируемых грузов (особенно в международном сообщении);

- осуществления мониторинга и управления в режиме реального времени всеми фазами движения продукта – от первичного источника сырья через промежуточные производственные, складские и транспортные процессы вплоть до конечного потребителя;

- оперативного получения, обработки и анализа информации о рынках сбыта, о деятельности фирмы, оценки ее конкурентного положения;

- использования «безбумажных» технологий: электронной подписи, электронных платежных систем, передачи электронной сопроводительной

документации при оформлении банковских счетов, заключении договоров, транспортировки грузов и т.д.;

- создания систем электронной коммерции.

Использование информационных технологий можно представить в виде следующего дерева.

**Информация в логистике**

*Обслуживание покупателей:*

- информационные и вспомогательные продукты, услуги;
- электронная справочная служба;
- массовая индивидуализация и обработка заявок.

*Канал маркетинга:*

- PR и реклама;
- исследование и тестирование рынка;
- электронные каталоги и электронный просмотр товаров.

*Корректировка информации:*

- текущие новости;
- статистические сведения, отчеты и базы данных;
- поиск данных;
- анализ конкурентов.

*Взаимоотношения с поставщиком:*

- логистика;
- поиск товара;
- электронный обмен данными;
- заказ и оплата;
- интеграция цепи поставок.

*Финансовые операции:*

- продажа и оплата;
- управление состоянием счетов;
- оплата с помощью кредитных карточек.

*Создание стратегических альянсов:*

- информационные бюллетени, рекламные проспекты, информация для проведения дискуссий;
- обмен знаниями и опытом.

*Электронное продвижение товара:*

- товар, информация.

*Внутренние коммуникации:*

- внутренние, внешние, горизонтальные и вертикальные коммуникации;
- групповая работа;
- E-mail;
- сотрудничество;
- передача знаний;
- телекоммуникации.

*Человеческие ресурсы и управление персоналом:*

- информация о вакансиях;
- поиск экспертов;
- обучение и переподготовка;
- заочное обучение.

*Автоматизация работы торгового персонала:*

- определение конфигурации товара и обработка заявки;
- совершенствование процесса продаж.

Широкое проникновение логистики в сферу управления производством в существенной степени обязано компьютеризации управления материальными потоками. Программное обеспечение компьютеров позволяет на каждом рабочем месте решать сложные вопросы по обработке информации.

Использование информационных технологий позволило поднять эффективность управления материальными потоками на принципиально новый уровень.

Цель управления организацией – эффективное использование всех технических, научных, экономических, организационных и социальных возможностей для достижения высоких результатов деятельности организации.

*Цели создания информационной системы:*

- обеспечить выживаемость и дееспособность фирмы;
- обеспечение работников оперативной информацией, способствующей более эффективному трудовому процессу;
- соблюдение адресности информации;
- устранение неразберихи в получении информации и ее использовании;
- расширение функций предприятия в соответствии с требованиями рынка.

*Логистическая информационная система* – интерактивная структура, включающая персонал, оборудование и процедуры (технологии), которые объединены информационным потоком, используемым логистическим менеджментом для планирования, регулирования, контроля и анализа функционирования логистической системы.

*Основные принципы построения информационной системы:*

- иерархия (подчиненность задач и использования источников данных);
- принцип агрегированности данных (учет запросов на разных уровнях);
- избыточность (построение с учетом не только текущих, но и будущих задач);
- конфиденциальность;
- адаптивность к изменяющимся запросам;

- согласованность и информационное единство (определяется разработкой системы показателей, в которой исключалась бы возможность несогласованных действий и вывод неправильной информации);
- открытость системы (для пополнения данных).

На уровне отдельного предприятия информационные системы, в свою очередь, подразделяются на три группы:

1. Плановые.
2. Диспозитивные (или диспетчерские).
3. Исполнительные (или оперативные).

Отличаются: объектами планирования, горизонтом, точностью, детализацией, сроками обновления и т.п. Результаты планирования верхних уровней являются входными данными для более детального планирования. И ранее допущенные неточности или непроанализированные изменения в планах могут привести к серьезным сбоям в производстве, и как следствие – значительным издержкам.

С другой стороны, деятельность производственного предприятия тесно взаимосвязана с различными предприятиями/организациями, которые образуют цепочку поставок.

Работа каждого звена цепочки поставок так или иначе влияет на другие звенья. Поэтому предприятия, которые стремятся быть конкурентноспособными на рынке, получать максимальную прибыль, рассматривают планирование гораздо шире чем просто план работ для конкретной производственной площадки (отдельно взятого завода или цеха, например).

Планирование в рамках всей цепочки обеспечивает возможность:

- повысить уровень клиентского сервиса (выполнение заказов точно и вовремя, прогнозирование реальных сроков выполнения заказов, сокращение времени реализации заказов и т.п.);
- наиболее эффективно использовать имеющиеся основные фонды;
- сократить уровни запасов товарно-материальных ценностей и незавершенного производства;
- (как следствие) сокращение издержек производства;
- сократить стоимость продукции и т.д.

*Плановые информационные системы* создаются на административном уровне управления и служат для принятия долгосрочных решений стратегического характера. Среди решаемых задач могут быть следующие:

- создание и оптимизация звеньев логистической цепи;
- управление условно – постоянными, т.е. малоизменяющимися данными;
- планирование производства;
- общее управление запасами;
- управление резервами и другие задачи.

*Диспозитивные информационные системы* создаются на уровне управления складом или цехом и служат для обеспечения отлаженной

работы логистических систем. Здесь могут решаться следующие задачи:

- детальное управление запасами (местами складирования);
- распоряжение внутрискладским (или внутризаводским) транспортом;
- отбор грузов по заказам и их комплектование, учет отправляемых грузов и другие задачи.

Исполнительные информационные системы создаются на уровне административного или оперативного управления. Обработка информации в этих системах производится в темпе, определяемом возможностями программного обеспечения.

Это так называемый режим работы в реальном масштабе времени, который позволяет получать необходимую информацию о движении грузов в текущий момент времени и своевременно выдавать соответствующие административные и управляющие воздействия на объект управления.

Этими системами могут решаться разнообразные задачи, связанные с контролем материальных потоков, оперативным управлением обслуживанием производства, управления перемещениями и т.п.

**Функции логистической информационной системы** (см. рис. 1).

*Базы данных:*

- внешние данные: заявки покупателей и партии товаров, поступающие из-за границы;
- внутренние данные: производство и запасы.

*Функция планирования:*

- управление запасами: с учетом товара/покупателя, с учетом местонахождения;
- прогнозирование спроса;
- стратегическое планирование.

*Функция координации:*

- составление графика производства;
- планирование потребностей в материалах;
- планирование сбыта/маркетинга.

*Коммуникационная функция обслуживания покупателей:*

- состояние заказа покупателя;
- доступность запасов: с учетом ассортимента товаров + с учетом местонахождения товаров;
- состояние товаров, поступающих из-за границы.

*Функция контроля:*

- уровень обслуживания покупателей;
- эффективность работ продавца;
- эффективность работы перевозчика;
- эффективность системы в целом.



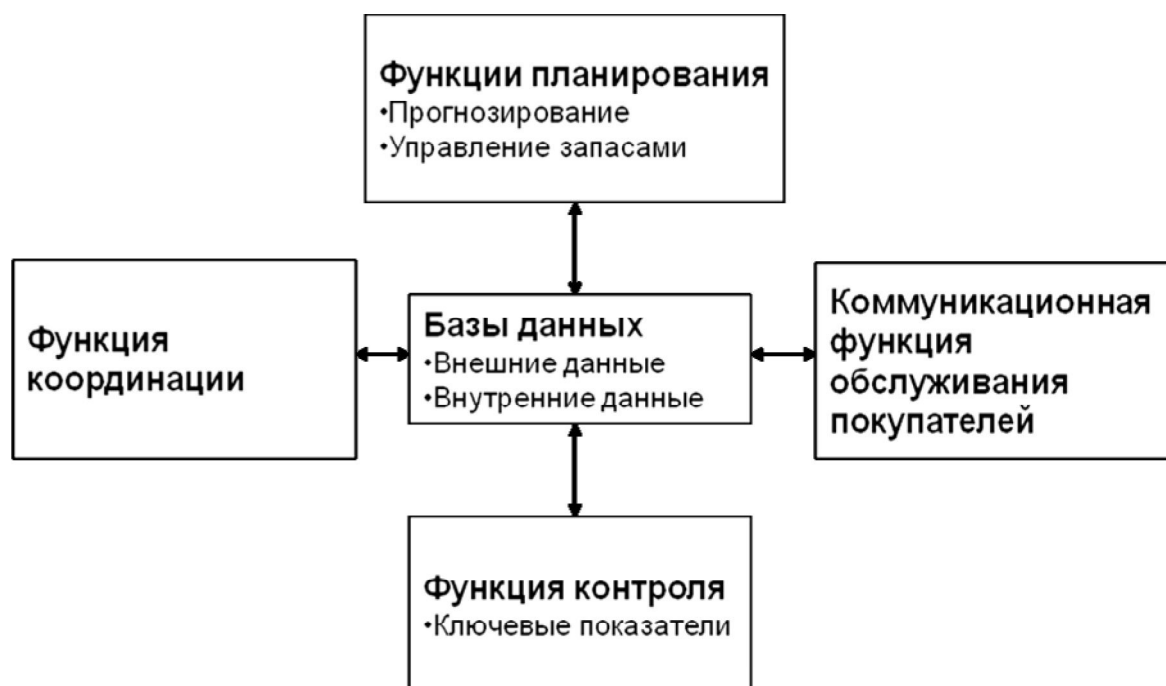


Рисунок 1. Функции логистической информационной системы

При реализации функций логистики на предприятии составляют основные направления программы работ:

- определяются технические средства для выполнения программного задания;
- составляются требования к качественным характеристикам и определяется необходимый объем финансовых и трудовых ресурсов;
- определение базовых методов формирования программных заданий;
- выбор организационной формы осуществления программных заданий;
- составление сетевой модели выполнения этапов и работ;
- разработка системы критериев оценки и мотиваций действий;
- организация контроля, учета и оценки хода работ.

Логистическая система на производстве эффективна только тогда, когда создаются условия для ее интеграции в текущие производственные и коммерческие процессы. Эта проблема решается путем создания информационного базиса, соответствующего данному виду производства и его объему и прочим характеристикам производственной структуры предприятий. Также к этому относятся «актуальные обзоры» фондов (наличие фактических и планируемых заказов, содержание производственных основных и промежуточных складов) и сроков (поставки, обработки, ожидания, простои, соблюдение сроков).

Для сбора этих данных производственная система по всему предприятию располагает «датчиками и измерительными инструментами», которые контролируют объемы и сроки текущих процессов. Логическая система предъявляет к своей вычислительной сети следующие требования:

- быстрый и надежный, предпочтительнее автоматизированный сбор информации и данных о транспортных средствах и средствах производства;

- структурирование внутрипроизводственной информационной системы поддержки принятия решений, которая в каждый момент содержит актуальную информацию о ходе производственных процессов по каждому участку предприятия.

В настоящее время между партнерами широко распространяются технологии безбумажных обменов информацией. На транспорте вместо сопровождающих груз многочисленных документов (особенно в международном сообщении) по каналам связи (Интернет) синхронно с грузом передается информация, содержащая о каждой отправляемой единице все необходимые для нее характеристики товара и реквизиты. При такой системе на всех участках маршрута в любое время можно получить исчерпывающую информацию о грузе и на основе этого принимать управленческие решения. Логистическая система дает возможность грузоотправителю получать доступ к файлам, отражающим состояние транспортных услуг и загрузку транспорта.

Возможен автоматический документальный обмен между производителями товаров и крупными магазинами, включающий обмен накладными и транспортными конторами при прямой отправке товаров от производителя к покупателю. С помощью технологии безбумажных обменов информацией покупатель может непосредственно оформить заказы на покупку.

### **Основные типы микрологистических производственных систем**

#### **1. Push («проталкивающие»):**

- системы MRP;
- планирование заказов на пополнение запасов происходит на весь горизонт планирования;
- планирование потребности в материалах (MRP) состоит из ряда логически связанных процедур, переводящих производственное расписание в «цепочку требований», синхронизированных во времени, и запланированных «покрытий» этих требований для каждой номенклатурной позиции, необходимых для выполнения расписания;
- при изменениях в структуре запасов, атрибутах продукта либо в производственном расписании MRP перепланирует последовательность требований и «покрытий»;
- MRP опирается на систему нормативов, задающих стандартные параметры выполнения процедур;
- применение MRP требует значительного объема вычислений, подготовки и предварительной обработки большого объема исходной информации;
- ответственность за заказ возложена на поставляющие звенья логистической цепи;

- высока ответственность планировщика, формирующего цепочку требований и «покрытий»;

- производство работает в соответствии с довольно жестко заданным производственным расписанием (календарным графиком);

- предпочтительны в условиях, когда спрос слабо детерминирован, когда производственный цикл достаточно длинен, или когда потребность в сырье сильно зависит от структуры потребности в готовой продукции;

- размещение заказов на пополнение запасов происходит только тогда, когда их количество достигает критического уровня. При этом запасы «вытягиваются» по каналам распределения и в производственной системе предприятия;

- чрезвычайно критичны к точности информации и прогнозирования;
- ответственность за заказ возложена на потребляющие звенья логистической цепи.

## 2. Pull («вытягивающие»):

- системы JIT, KANBAN;
- весьма требовательны к логистическому окружению: требования рациональной организации и сбалансированности производства, тотального контроля качества на всех стадиях производственного процесса и качества исходных материалов у поставщиков, партнерства только с надежными поставщиками и перевозчиками (желательно близко расположенными), повышенной профессиональной ответственности и высокой трудовой морали всего персонала;

- JIT характеризуется минимальными (нулевыми) запасами, коротким производственным (логистическим) циклом, небольшими размерами производственных и закупаемых партий, наличием небольшого количества надежных поставщиков, и т.п.

### 3. ERP СИСТЕМЫ

#### 3.1. Enterprise resource planning (ERP) система

Определение APICS (American Production & Inventory Control Society): *ERP-система* – это финансово-ориентированная информационная система, служащая для определения и планирования ресурсов всего предприятия, требуемых для получения, изготовления, отгрузки и учета заказов потребителей. ERP-система отличается от типичной MRP II-системы техническими требованиями, такими как графический интерфейс пользователя, реляционная база данных, использование при разработке языков четвертого поколения и инструментария автоматизированной разработки программного обеспечения, архитектура клиент/сервер, а также переносимость на базе открытых систем.

Метод для эффективного планирования и управления всех ресурсов, необходимых для принятия, исполнения, отгрузки и учета заказов клиентов в производственных, логистических и сервисных организациях (словарь APICS, 10-е издание).

Для эффективного ведения бизнеса сотрудники компаний вынуждены отслеживать и обрабатывать огромные объемы информации. Естественно, чем больше компания, чем больше клиентов, партнеров, тем острее становится вопрос о необходимости применения эффективных инструментов ведения бизнеса.

К таким инструментам относятся различные информационные системы, автоматизирующие процессы учета, планирования и контроля.

Основные функции ERP системы. Большинство современных ERP систем построены по модульному принципу, что дает заказчику возможность выбора и внедрения лишь тех модулей, которые ему действительно необходимы. Модули разных ERP систем могут отличаться как по названиям, так и по содержанию. Тем не менее, есть некоторый набор функций, который может считаться типовым для программных продуктов класса ERP. Такими типовыми функциями являются:

- ведение конструкторских и технологических спецификаций. Такие спецификации определяют состав конечного изделия, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для его изготовления (включая маршрутизацию);

- управление спросом и формирование планов продаж и производства. Эти функции предназначены для прогноза спроса и планирования выпуска продукции;

- планирование потребностей в материалах. Позволяют определить объемы различных видов материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих), необходимых для выполнения производственного плана, а также сроки поставок, размеры партий и т.д.;

- управление запасами и закупочной деятельностью. Позволяют

организовать ведение договоров, реализовать схему централизованных закупок, обеспечить учет и оптимизацию складских запасов и т.д.;

- планирование производственных мощностей. Эта функция позволяет контролировать наличие доступных мощностей и планировать их загрузку. Включает укрупненное планирование мощностей (для оценки реалистичности производственных планов) и более детальное планирование, вплоть до отдельных рабочих центров;

- финансовые функции. В эту группу входят функции финансового учета, управленческого учета, а также оперативного управления финансами;

- функции управления проектами. Обеспечивают планирование задач проекта и ресурсов, необходимых для их реализации.

ERP автоматизирует бизнес-процессы предприятия – такие как выполнение заказа клиента, например: прием заказа, планирование его выполнения, производство, отгрузка, фактуровка, оплата и т.д. С ERP системой под рукой всегда имеется необходимая информация (история заказов, история платежей, наличие товара на складе, ожидаемый приход из производства и т.д.). Кто угодно на предприятии видит такой же компьютерный экран и имеет доступ к единой базе данных, в которой содержится информация об этом новом заказе. После того как одно подразделение закончит обработку заказа клиента (оценка стоимости или времени изготовления, например), он автоматически передается в другое подразделение, например отдел планирования, или производства. Для того, чтобы определить, где заказ находится в данный момент, необходимо только войти в ERP-систему и набрать номер заказа. При отлаженных процедурах работы заказ клиента проходит по предприятию с быстротой молнии, клиенты получают заказы быстрее (или просто в срок). Такая же магия ERP может быть применена и к другим основным бизнес-процессам организации, таким как автоматизация получения финансовой отчетности и т.п.

Главная задача ERP-системы – добиться оптимизации (по времени и ресурсам) всех перечисленных процессов.

Довольно часто вся присущая концепции ERP совокупность задач реализуется не одной интегрированной системой, а некоторым комплектом программного обеспечения. В основе такого комплекта, как правило, лежит базовый ERP-пакет, к которому через соответствующие интерфейсы подключены специализированные продукты третьих фирм (отвечающие за электронную коммерцию, за OLAP, за автоматизацию продаж и проч.).

ERP связывает выполнение основных операций и обеспечивает повторяемый набор правил и процедур. Обработка заказов связана с планированием производства, и плановые потребности автоматически передаются к процессу закупки и обратно. Стоимость продукции и финансовый учет автоматически изменяются, а критическая информация об операциях, прибыльности продукции, результатах деятельности

подразделений становятся доступны в реальном времени.

Системы ERP предназначены для управления финансовой и хозяйственной деятельностью предприятий. Это «верхний уровень» в иерархии систем управления, затрагивающий ключевые аспекты деятельности: производство, планирование, финансы и бухгалтерию, материально-техническое снабжение и управление кадрами, сбыт, управление запасами, ведение заказов на изготовление (поставку) продукции и предоставление услуг.

Очевидно, что каждое предприятие имеет свою специфику финансовой и хозяйственной деятельности, но прогресс в разработке программных решений для задач ERP состоит в том, что наряду со спецификой удастся выделить задачи, общие для предприятий самых разных видов деятельности (рис. 2). К таким общим задачам можно отнести управление материальными и финансовыми ресурсами, закупками, сбытом, заказами потребителей и поставками, управление кадрами, основными фондами, складами, бизнес-планирование и учет, бухгалтерию, расчеты с покупателями и поставщиками, ведение банковских счетов и др.

<b>Оценка функциональной полноты ERP</b> (по данным Gartner Group)	
Финансы	<b>90%</b>
Управление персоналом	<b>80%</b>
Управление производством	<b>75%</b>
Планирование цепей поставок (SCP)	<b>70%</b>
Управление поставщиками (SRM)	<b>60%</b>
Выполнение поставок (SCE)	<b>40%</b>

Рисунок 2. Оценка функциональной полноты ERP

ERP-системы обеспечивают автоматизацию планирования и контроль финансовых, человеческих и производственных ресурсов, формирование планов производства, управление запасами и закупками.

По данным аналитической компании *Gartner Group* (<http://www.integprog.ru/publication/images/scm2.gif>), наиболее развитыми блоками ERP-системы являются Финансы, Управление персоналом, Управление производством и Планирование цепей поставок.

Блоки Управления поставщиками и выполнения цепей поставок так же присутствуют, но предоставляют минимальный функционал, необходимый для поддержания целостности данных.

Сейчас большинство компаний, внедривших у себя ERP-системы, сходятся во мнении, что автоматизированные системы планирования не решают всех задач предприятия. Для минимизации рисков, издержек, сохранения конкурентных преимуществ в условиях современной экономической и рыночной ситуации необходимо планировать и

управлять не только внутренними ресурсами, но находиться в тесном взаимодействии со всеми участниками производственного процесса.

Такая ситуация вполне объяснима, ведь ERP системы изначально создавались для планирования ресурсов предприятия, прежде всего финансовых и производственных. Управление поставками – непрофильная для ERP системы задача. Модули управления поставщиками и выполнения перевозок присутствуют в ERP системе, как правило, для обеспечения минимальной целостности данных.

### **3.2. Планирование материалов (MRP) и производственных ресурсов (MRP II)**

Управлению запасами и производством (APICS) метод MRP приобрел широкое распространение во всем западном мире, а в некоторых странах даже трактуется как стандарт, хотя таковым не является.

#### **Планирование необходимых материалов (MRP)**

План закупок и производства, или *план необходимых материалов (Material Requirements Plan, MRP)* – это план производства и закупок материалов и деталей, необходимых для выпуска готовой продукции. План определяет, какое количество материалов и деталей потребуется в производственном процессе и когда именно. Данные плана используются на стадии оперативного управления закупками и производством для принятия решений о приобретении или изготовлении тех или иных видов материалов и сырья.

MRP-план характеризуется высоким уровнем детализации: необходимое количество материалов и срок, к которому они должны быть на предприятии (закуплены или произведены), определяются для каждого материала, комплектующего изделия, сборочной единицы и т.д.

Метод планирования необходимых материалов (MRP) стал альтернативой методу планирования по точке перезаказа и позволил преодолеть многие из его недостатков. Объяснялось это тем, что MRP не оперировал данными о потреблении в прошлом, а ориентировался на будущие потребности. На практике это означало, что заказ на пополнение запасов формировался только на необходимое количество и только тогда, когда это было действительно необходимо.

Метод MRP основывается на системе расчетов, использующих данные основного производственного плана (ОПП), при построении которого за исходную точку принимается ожидаемый (фактический) спрос на готовую продукцию. Основной производственный план разрабатывается исходя из прогноза спроса или информации о принятых к исполнению (плановых) заказах с утвержденными (ожидаемыми) датами поставок, а также о потребностях в пополнении страховых запасов и обеспечении дистрибьюторских центров. Он также может основываться и на комбинации этих данных. Как и MRP, основной производственный план

определяет ожидаемый баланс запасов на предприятии и в случае снижения запасов ниже определенного уровня формирует плановые задания на их пополнение. Фактически ОПП является планом производства, разработанным для изделий, предназначенных к продаже, и включающим такие данные, как количество продукции и дата, к которой это количество должно быть произведено. Используя ОПП как отправную точку, по алгоритму MRP рассчитываются необходимые для реализации ОПП объемы материалов, компонентов и деталей с учетом требуемой даты выполнения плана.

В логистической системе класса MRP должны быть четко выделены три базовых блока:

1. Формирование основного плана на основе заказов клиентов и прогноза спроса. Этот организационно-алгоритмический процесс включает процедуру быстрой проверки выполнимости плана по ресурсам, так называемое «приблизительное планирование мощности – Rough Cut Capacity Planning»;

2. Планирование потребностей, то есть составление плана-графика изготовления партий изделий собственного производства и плана-графика закупки материалов и комплектующих. При этом работают вполне определенные алгоритмы расчета размеров заказов и дат запуска заказов на основе сетевых моделей. На этом этапе выполняется также расчет загрузки ресурсов или балансировка плана-графика по ресурсам – процедура «планирование мощности – Capacity Planning»;

3. Оперативное управление. Процедуры проверки укомплектованности и запуска заказов, управление ходом производства через механизмы производственных циклов, приоритетов, размеров заказов. Учет выполнения операций и заказов. Складской учет.

Системы класса MRP направлены на планирование деятельности служб сбыта, снабжения и производства как сквозной график взаимосвязанных заказов. Они должны включать средства бюджетирования и развитую систему управленческого учета, они должны содержать систему бухгалтерского учета или иметь интерфейс с такой системой, работающей как в российских, так и в западных (GAAP, IAS) стандартах бухгалтерского учета и отчетности. Кроме того, они должны включать средства, позволяющие смоделировать весь ход производства при данном варианте основного плана, чтобы увидеть возможные будущие проблемы и узкие места. Наконец, системы класса MRP должны поддерживать методы Just-In-Time.

Логистическую систему Just-In-Time необходимо различать как метод управления и как своеобразную философию управления. Так как использование системы ЛТ как метода управления – это совсем просто. Данную систему нельзя воспринимать как компьютерную систему, так как система использует карточки с одним-двумя управляющими действиями. Любой грамотный специалист отдела программирования может



реализовать на вашей фирме такую систему. Но для того чтобы она работала, необходимо понимание философии управления. Для этого требуется высочайшая организация и точнейшая синхронизация всех производственных процессов, включая операции с поставщиками и субподрядчиками. IT как философия управления ориентирована на организацию бездефектного производства при минимуме издержек.

Превращению логистики из концепции в практический инструмент бизнеса как в производстве, так и через дистрибутив товаров способствовала разработанная логистическая система DRP (Distribution Requirements Planning) – система управления распределением продукции. К числу важных функций DRP, а затем её расширенных модификаций стали относиться контроль за состоянием запасов, включая расчет точки заказа, организация перевозок, распределение, формирование связей производства, снабжения и сбыта с использованием обеспечивающего комплекса MRP.

Следующий шаг в развитии логистической системы был сделан японской фирмой Тойота, сформулировавшей новую философию управления качеством продукции – TQM (Total Quality Management) – всеобщего управления качеством, которая стала применяться различными фирмами мира, использующими стратегию постепенного наращивания объемов производства.

Основа системы TQM – это управленческий подход, ставящий в центре внимания задачу повышения качества и основанный на участии в решении этой задачи всего коллектива фирмы (организации) на всех стадиях производства и продвижения продукции (услуг), позволяющей достичь долговременного успеха за счет удовлетворения нужд потребителей и благодаря взаимной выгоде как каждого члена фирмы, так и общества в целом. Используемая философия управления в системе TQM, признает, что нужды потребителя и цели бизнеса неразделимы. Этот подход применим в равной мере ко всем элементам логистических систем.

Для успешного функционирования системы логистического менеджмента используется производственное расписание, сформированное исходя из задачи удовлетворения потребительского спроса и отвечающего на вопросы: кто, что, где, когда и в каком количестве будут выпускать (производить). Производственное расписание, составленное на основе объемно-календарного планирования, позволяет установить дифференцированные по всей фирме и по каждому структурному производственному подразделению объемные и временные характеристики материальных потоков.

Производственное расписание дополняется графиком комплектации в зависимости от общей длительности производственного цикла и отдельных его составляющих, что является основой обеспечения каждого структурного подразделения необходимыми материальными ресурсами. Эффективность логистического менеджмента будет во многом зависеть от

точности расчета и прогнозирования длительности циклов поставки отдельных видов материальных ресурсов, производства компонентов и сборочных единиц.

Методы, применяемые для составления производственного расписания, зависят от типа производства (массовое, серийное, единичное), а также характеристик спроса и параметров заказа. Классическим методом объемно-календарного планирования и составления производственного расписания является ленточная диаграмма, в которой соотносятся время и виды выполняемых работ при производстве готовой продукции. Более сложные методы, например, метод сетевого планирования, применяются обычно на этапах опытно-конструкторских работ, а также в авиа – и судостроении. Эти методы предполагают последовательное или последовательно-параллельное выполнение определенных работ и их этапов, которое обеспечивает сокращение длительности общего производственного цикла. Достоинством указанных методов является простота, наглядность в определении потребности в материальных ресурсах или исполнителях. Заказы на потребные материальные ресурсы могут быть размещены заранее, что обеспечивает более высокую надежность поставок. Потребности в определенных материальных ресурсах при этом определяются из комплектовочных ведомостей. К недостаткам методов относится чрезвычайно высокая трудоемкость при многономенклатурных (многоассортиментных) материальных потоках.

### **Система планирования MRP II**

Метод планирования производственных ресурсов (Manufacturing Resource Planning, MRP II) – результат естественного развития MRP-алгоритма. Поскольку MRP предназначен для планирования необходимых материалов, идея охватить области деятельности, от которых зависит пополнение или расход материалов, выглядит вполне логичной. Таким образом, MRP II – это планирование по MRP плюс функции управления складами, снабжением, продажами и производством. Поскольку на промышленном предприятии большинство денежных средств так или иначе связано с производством или запасами, использование вышеперечисленных функций делает возможным включение в единую систему также функций учета и управления финансами.

Одной из особенностей метода (по сравнению с управлением по точке перезаказа) является то, что MRP не предполагает возможности отсутствия необходимых материалов на складе. Если все исходные данные и процедуры планирования выполнены корректно и все отклонения в выполнении плана учитываются своевременно, то все поставки деталей и материалов должны быть реализованы точно вовремя. Кроме того, MRP-метод не учитывает прошлое, необходимые материалы рассчитываются на основе информации о будущих потребностях и ожидаемых уровнях запасов на складах.

При планировании алгоритм MRP использует принцип *неограниченной загрузки*, то есть при расчете игнорируется ограниченность производственных мощностей других ресурсов. В действительности не все ресурсы предприятия могут рассматриваться как неограниченные. Поэтому еще одна функция планирования системы, отличающая MRP II от MRP, – это функция *планирования производственных мощностей* с помощью которой проводится анализ потребностей в необходимых материалах в привязке к производственным ресурсам и их возможностям, а также с учетом существующей и будущей загрузки.

Система обеспечивает синхронизацию целей предприятия и возможностей их достижения. Такие функции, как маркетинг, финансы и производство, оказываются согласованными и взаимоувязанными. В частности, маркетинг и производство должны взаимодействовать очень тесно (на недельной или ежедневной основе), для того чтобы оперативно реагировать на происходящие изменения спроса или ситуации внутри предприятия. Например, время от времени может возникать необходимость корректировки объемов заказов, их отмены или уточнения дат отгрузок. Все эти изменения отображаются в основном производственном плане. Руководители предприятия и производства получают возможность корректировки ОПП в связи с изменениями в прогнозах спроса, но в рамках ограничений, налагаемых всей системой планов, которые обеспечивают механизм управления, координирующий деятельность служб маркетинга, финансов, производства, а также других подразделений компании. Таким образом, система обеспечивает эффективное планирование всех ресурсов производственного предприятия.

Есть ряд ограничений, имеющих место в практике и снижающих эффективность использования метода. Во-первых, все спецификации изделий должны быть абсолютно точны. Если в спецификации неверно указана применяемость, то необходимое к закупке (производству) количество будет рассчитано неверно, что приведет либо к излишкам, либо к дефициту. Во-вторых, если ошибочно указано время производства (или закупки), то соответствующие действия будут начаты слишком рано или слишком поздно. В-третьих, если сроки поставок не соблюдаются или некоторые из доставленных изделий оказываются бракованными и это не регистрируется вовремя, то это неизбежно приведет к отсутствию необходимых деталей в нужное время и т.д.

Система MRP II редко работает идеально, поскольку обеспечить столь жесткий контроль исходных данных не всегда возможно (время от времени случаются ошибки в спецификациях и технологии, оценках имеющихся запасов и т.п.). Кроме того, не все операции ведутся так, как запланировано (брак, несоответствие качества, срывы сроков и т.п.). Все эти отклонения, тем не менее, могут быть сглажены наличием некоторого

страхового запаса. Чем больше неопределенность (возможность отклонения), тем большим должен быть страховой запас.

#### *Функции MRP II.*

Система MRP II включает в себя 16 групп функций:

1. Планирование продаж и производства (*Sales and Operation Planning*).
2. Управление спросом (*Demand Management*).
3. Составление основного производственного плана (*Master Production Scheduling*).
4. Планирование потребностей в материалах (*Material Requirements Planning*).
5. Спецификации изделий (*Bill of Materials*).
6. Управление складскими операциями (*Inventory Transaction Subsystem*).
7. Планирование поставок (*Scheduled Receipts Subsystem*).
8. Управление на уровне производственного цеха (*Shop Flow Control*).
9. Планирование производственных мощностей (*Capacity Requirement Planning*).
10. Контроль входа/выхода (*Input/Output Control*).
11. Закупки (*Purchasing*).
12. Планирование ресурсов дистрибуции (*Distribution Resource Planning*).
13. Планирование и контроль производственных операций (*Tooling Planning and Control*).
14. Финансовое планирование (*Financial Planning*).
15. Моделирование (*Simulation*).
16. Оценка результатов деятельности (*Performance Measurement*).

Для функционирования системы MRP II прежде всего необходима информация о тех объектах материального учета (материалах, комплектующих, сырье, деталях, полуфабрикатах, готовой продукции, инструментах, оснастке и т.д.), которыми система будет управлять. Эта информация содержится в специальных словарях системы, которые должны поддерживаться и обновляться пользователями. В свою очередь, система автоматически пополняет эту информацию и сообщает о случаях отклонения.

Данные об изделиях включают как данные о составе изделия (конструкторско-технологические спецификации или рецептуры), так и описание производственных процессов – операций, превращающих детали в готовые изделия (технологические маршруты или маршрутные техпроцессы). Спецификации (рецептуры) и маршруты описывают взаимосвязи между материалами: как материалы превращаются в детали, детали – в узлы, а узлы – в готовое изделие.

Технологические маршруты изготовления изделий привязываются к определенным в системе средствам производства: рабочим центрам,

рабочим станциям, единицам оборудования или производственным линиям. При этом в соответствующих справочниках системы содержится детальное описание этих производственных объектов с указанием графика работы, мощности, количества единиц оборудования, персонала и т.д. Эти данные необходимы для разработки планов и осуществления функций контроля выполняемых операций, а также для сопоставления с фактическими данными.

Метод планирования потребностей в материалах и мощностях (MRP и MRP II) позволяет планировать действия по производству и снабжению, необходимые для поставки материалов в соответствии с основным производственным планом. Кроме того, формируются рекомендации по текущим действиям (завершить, отложить, отменить, передвинуть во времени), которые затем согласовываются с текущими потребностями. Все служит одной цели – реализации текущей потребности (либо ОПП, либо заказов клиентов или прогнозов) при минимальных уровнях запасов материалов, готовой продукции и незавершенного производства.

### **Компьютерная система MRP II.**

В настоящее время на рынке программных продуктов имеется множество компьютерных систем, поддерживающих метод управления MRP II, чьи программные продукты (системы MRP II или ERP-система) часто, хотя и не всегда, имеют модульную структуру, что позволяет пользователям приобретать только то, что им действительно необходимо, а затем по мере надобности докупать дополнительные модули, в то же время некоторые поставщики продают свои системы по принципу «либо все, либо ничего». В любом случае функциональность MRP II это всего лишь одна (хотя и очень важная) часть интегрированной системы управления предприятием.

ERP системы (зарубежные):

- SAP (BPS, CRM, ERP, APS и пр.);
- Oracle (CRM, ERP, СУБД, SCM, и пр.);
- Microsoft Dynamics (Nav и Ax);
- IFS Application;
- JD Edwards Enterprise One;
- BAAN;
- Epicor/Scala.

Основное преимущество – многолетний опыт разработок и внедрения.

Основной недостаток – отсутствие централизованной поддержки украинского бухгалтерского и налогового учета.

ERP системы (отечественные):

- 1C (CRM, ERP);
- Галактика;
- Парус;
- Бест;
- Монолит;

– Бизнес. Предприятие и др.

Основное преимущество – полная поддержка украинского бухгалтерского и налогового учета.

Основной недостаток – отсутствие многолетнего опыта разработки и внедрения, особенно в части автоматизации процессов планирования.

MRP планирует наличие требуемых изделий в нужном месте в необходимое время в требуемом количестве для удовлетворения спроса.

Преимущества, извлекаемые предприятием при успешном внедрении MRP II:

- снижение запасов;
- улучшение обслуживания клиентов, рост продаж;
- увеличение производительности труда рабочих;
- снижение затрат на закупку;
- уменьшение сверхурочных работ;
- уменьшение транспортных затрат по повышенному тарифу и др.

MRP II как система замкнутого цикла:

- нормирование (нормативные данные: номенклатурные позиции, спецификации, технологические маршруты);
- планирование (иерархическая система планов различного уровня);
- учет: (фиксация фактических данных в натуральном и стоимостном выражении);
- контроль (система отчетов, получаемых по запросу);
- анализ (сводные отчеты аналитического свойства, система показателей для оценки деятельности);
- регулирование; (отражение в системе принимаемых по результатам анализа решений).

Необходимо еще отметить, что жизненно важным является то, как внедрена система. Говоря о функциях и возможностях программного обеспечения, следует помнить, что успех или неудача их использования (с точки зрения как компании в целом, так и каждого сотрудника в отдельности) определяется именно качеством работы пользователей. Когда какие-либо модули и функции внедрены, очень важно то, чтобы каждый пользователь ясно представлял свою роль в процессе, а также то, насколько его персональная роль важна для достижения общего успеха.

Ни программное обеспечение, ни техника сами по себе никогда не являются причинами успехов и неудач. В то же время если выбранная программа не соответствует вашим задачам, то добиться успеха с ее помощью будет намного сложнее.

### **3.3. Оперативное планирование (APS-системы)**

Предприятия используют разные инструменты для решения своих задач по планированию – от досок планирования и сетевых графиков для оперативного планирования производства до мощных

автоматизированных систем управления ресурсами предприятия (ERP), базирующихся на стандарте MRP II. В связи с этим на практике часто встречаются следующие ситуации:

- использование инструментов, которые не предназначены для решения поставленных задач. Когда эта проблема становится очевидна (а это, как правило, происходит не сразу), возникает потребность в доработке инструментов (систем), что сопровождается большими затратами и не гарантирует достижение желаемого результата;

- использование универсальных инструментов (например, ERP-систем), которые в силу своего широкого профиля не способны учесть все тонкости и особенности конкретного производства.

Сейчас на рынке появилось новое решение, альтернативное решению MRP II – Advanced Planning and Scheduling (APS), которое лишено недостатков столь распространенной первой методики.

APS – это системы синхронного оптимизационного планирования производства, которые ориентированы на интеграцию планирования звеньев цепочки поставок, учитывающие все особенности и ограничения производства. Ниже приведены особенности решения APS, которые позволяют преодолеть некоторые основные проблемы, связанные с использованием стандарта MRP II:

*Применимость к разным средам планирования.* Системы, базирующиеся на стандарте MRP II, ориентированы в большинстве своем на дискретное производство с типом «сборка на заказ», «производство на склад». Системы APS также способны учитывать и специфику «производства под заказ», планировать непрерывное производство.

*Синхронное планирование.* Это основное отличие от стандарта MRP II. Планирование закупок и производства осуществляется одновременно с учетом ограничений по мощностям и ресурсам (машины, инструменты, люди), тогда как в системах MRP II процессы планирования необходимых материалов и необходимых ресурсов (мощностей) разделены и выполняются итерационно для получения реалистичного плана. Как следствие, это оказывает влияние на скорость процедуры планирования.

Структурно указанный метод может быть разделен на две части:

- планирование производства и снабжения;
- диспетчеризация производства.

Алгоритм работы первой части схож с алгоритмом работы MRP II:

1. Планируется закупка или производство необходимых изделий из расчета бесконечных ресурсов.

2. Оцениваются ресурсы.

В случае несоответствия доступной мощности ресурса планируемой загрузке производится перепланирование (изменение даты запуска и производства) с учетом ограниченной мощности.

Поскольку даты после этого изменились, производится перепланирование действий по закупке или производству необходимых

изделий, опять же из расчета бесконечных ресурсов.

Такой процесс занимает значительное время, поэтому не может производиться часто (несколько раз в день или даже в неделю). В этом случае в промежутках между перепланированием никак (или почти никак) не учитываются отклонения от плана, которые происходят достаточно часто, особенно в производстве.

Этим обстоятельством можно пренебречь в случае относительно стабильного серийного производства. Однако при позаказном производстве, а также в случаях жесткой конкуренции в сроках выполнения заказа и точности соблюдения этих сроков алгоритм планирования MRP II начинает давать неудовлетворительные результаты.

Алгоритм расчета APS лишен этих недостатков, так как за один раз рассчитывает необходимые к закупке и производству изделия с учетом существующих ограниченных мощностей и уже выполняемых производственных заданий. Кроме того, в силу использования иных математических моделей расчет планов производится на 1-2 порядка быстрее и занимает несколько минут, в отличие от нескольких часов, предлагаемых стандартными системами MRP II.

Вторая часть метода APS – диспетчеризация производства. Диспетчеризация выполняется с учетом всех ограничений и критических мест. При этом в большинстве APS-систем существует возможность накладывать на процесс оперативного управления производством ряда ограничений. Это может быть совмещение производственных партий из расчета сбора оптимальной для запуска партии или составление последовательности выполнения производственных заданий из расчета оптимизации подготовки оборудования. Например, при покраске изделия разными цветами последовательность исполнения заданий будет такой: от светлых тонов к более темным для сокращения действий по промежуточной чистке оборудования.

Отметим, что первое требование применимо ко всем современным методам управления, поддерживаемым высокотехнологичными компьютерными системами. Так или иначе, если предприятие стремится работать на мировом уровне, требование к наличию мощной информационной системы и точности информации, безусловно, должно быть выполнено.

Оптимизационное планирование. Оптимизация в системах APS базируется на эвристиках и/или на сложных математических моделях, которые создаются для конкретной отрасли (например, металлургия, прокат – оптимизация изменений толщин листов), конкретного предприятия. При этом тонкая настройка алгоритмов оптимизации может быть осуществлена непосредственно самими пользователями.

Высокая скорость создания планов, которая достигается за счет хранения данных в оперативной памяти.

Быстрое реагирование на изменение среды. Изменения во внешней



среде (срыв сроков поставки, недопоставка, отмена заказов и т.п.), в среде производства (отказ оборудования, внештатные ситуации в цеху и т.п.) которые могут сделать созданный план неисполнимым. Оперативное перепланирование, учет ограничений (и состояния) цепочки поставок дают возможность в короткий срок получить новый план, скорректированный с учетом новых реалий.

Распределенное планирование. Некоторые APS-системы поддерживают распределенное планирование, при котором несколько человек могут планировать одновременно, но каждый из них несет ответственность за определенную зону планирования (либо это отдельные машины, либо это определенный горизонт планирования).

Большинство APS-систем поддерживают web-ориентированные технологии, которые обеспечивают возможность удаленной работы с планами – визуализация плана, ввод клиентских заказов, просмотр отчетов и т. д. При этом можно ограничивать функции и права пользователей на удаленную работу.

Отдельно стоит упомянуть наличие мощного инструмента визуализации и генератора отчетов. Системы APS предоставляют пользователю удобные средства анализа плановой информации – различных графики, диаграммы (например, интерактивная диаграмма Ганта, графики загрузки машин и ресурсов, складских запасов, объема незавершенного производства и т.п.), большой набор встроенных отчетов (которые может настроить пользователь) и возможность создавать пользовательские отчеты. Как правило, системы APS могут быть интегрированы с внешними системами построения отчетов, например Crystal Reports.

Системы APS могут работать как отдельно, так и быть интегрированы в существующую информационную среду предприятия (например, ERP-APS-MES).

Как было отмечено ранее, APS подход ориентирован не только на решение отдельной локальной задачи планирования производства, но и способствует усовершенствованию управления всей цепочкой поставок.

Достоинства метода – получение реальных планов с возможностью моделирования производственного процесса и оценки различных вариантов «что-если». С использованием этого метода (и соответствующей системы) также становится возможным в режиме реального времени (например, в ходе телефонного разговора) рассчитывать дату выполнения заказов клиентов с учетом сиюминутной ситуации на предприятии.

Недостатки метода очевидны: требуется наличие мощной ERP-системы, а также высокая точность исходной информации. В силу этого требования многие зарубежные консультанты полагают, что методика синхронного планирования может быть внедрена и использована на предприятии только после внедрения и использования классической

системы MRP II в течение не менее одного года.

Средства разработки в полном распоряжении клиента и позволяют ему:

- конфигурировать рабочие места пользователей;
- создавать и редактировать объекты и их свойства в системе;
- разрабатывать новые приложения и подключать свои данные к существующим;
- иметь полный доступ к поставляемой конфигурации.

APS-Конфигуратор содержит встроенные средства разработки: редактор экранных форм, интерпретаторы языков программирования, генератор отчетов, редактор SQL-запросов.

Полностью открытая архитектура позволяет осуществить интеграцию с системами автоматизированного проектирования, системами бухгалтерского и складского учета и другими структурированными системами. Интеграция возможна на любом этапе – от ведения состава изделия до импорта-экспорта технологий и складских документов.

*Выгоды, получаемые от внедрения системы:*

- сокращение затрат на проектирование;
- минимальное время разработки требуемого инженерного решения;
- реализация процесса параллельного проектирования;
- стандартизация процессов создания изделия;
- получение типовых решений;
- быстрое нахождение наилучшего решения.

Перед машиностроительными заводами Украины, расширяющими сегодня свое производство, ставятся задачи ускоренной разработки технологической документации. Программный комплекс APS-Предприятие полностью решает задачи автоматизации процессов проектирования и производства изделий и обеспечивает информационную интеграцию на этапах конструкторско-технологической подготовки, организации электронного архива и технического документооборота, планирования и управления производством, бухгалтерского учета и начисления заработной платы. Программный комплекс APS-Предприятие позволит каждому предприятию:

- автоматизировать процессы технической подготовки производства;
- организовать систему обеспечения и руководства качества согласно требованиям стандартов серии ISO 9000 на этапах проектирования, разработки и производства изделия;
- поддерживать жизненный цикл изделия в соответствии с CALS-технологиями;
- обеспечить гибкий подход к выбору и применению методов технической подготовки производства.

Программные продукты, реализующие вышеописанные алгоритмы оптимизации для составления детальных производственных расписаний, относятся к классу APS-систем (Advanced Planning & Scheduling). Это

относительно молодое направление корпоративных информационных систем, возникшее в конце 80-х годов и снискавшее среди менеджеров по логистике и планированию западных предприятий заслуженное уважение. Большинство APS-систем являются инструментами имитационного моделирования производственной деятельности и применяются для поддержки принятия решений в области операционного менеджмента промышленных предприятий.

Подобное планирование предполагает последовательное решение ряда задач анализа имеющихся возможностей, формулирования производственной программы, составления технологического расписания, контроля хода его выполнения (см. рис. 3).

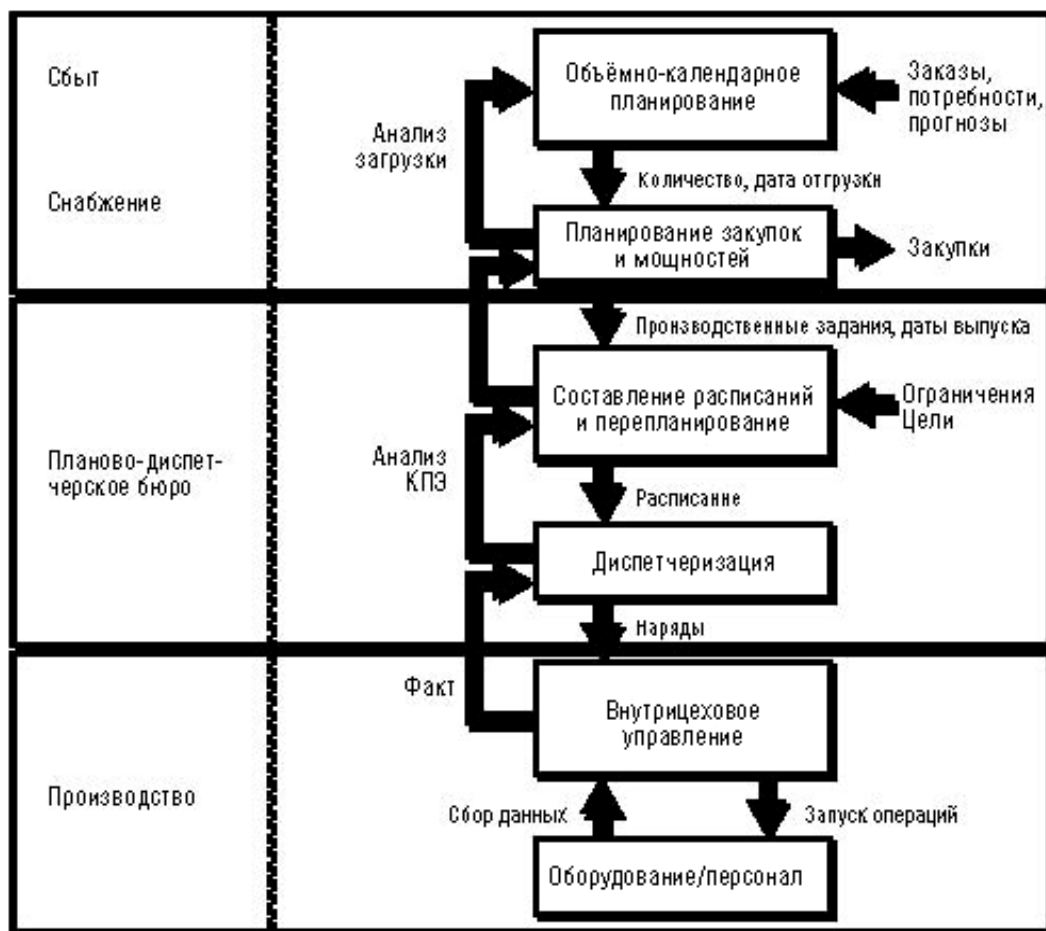


Рисунок 3. Взаимодействие различных подразделений в процессе использования ими APS-системы

Работа APS-систем начинается с описания производственного процесса в виде информационной модели. Данная модель может быть создана как непосредственно в APS-системе, так и во внешних средствах технологической подготовки производства. Информационная модель процесса включает описание рабочих центров и технологических операций, технологические маршруты, спецификации и рецептуры изделий, а также некоторые другие параметры. Подготовкой нормативно-справочной информации занимаются специалисты-технологи.

Следующий шаг процесса планирования – формулирование

производственной программы. Портфель заказов определяется на основании данных прогноза продаж и/или реальных клиентских заказов. В случае, если планирование осуществляется по определенным периодам, необходимо согласование возможностей производства, служб материально-технического снабжения и сбыта. Данный этап осуществляется с применением APS-системы, которая позволяет ответить на вопросы: сколько производственных заказов мы сможем выполнить в течение периода планирования, какие для этого необходимы ресурсы: люди, производственные мощности, сырьё и материалы, насколько загружены производственные мощности, нужно ли прибегать к услугам субподрядчиков?

При использовании модели планирования со скользящим горизонтом, когда заказы принимаются в произвольный момент времени, встраиваясь в уже сформулированную производственную программу, и отгружаются клиентам по мере выполнения, необходим несколько иной подход к формированию планов. В этом случае для каждого клиентского заказа APS-система позволяет рассчитать ожидаемую дату изготовления с учётом имеющейся загрузки оборудования, наличия сырья на складе и возможностей персонала. Для решения данной задачи применяется инструмент поддержки принятия решений, который отвечает на вопросы: когда заказ будет отгружен клиенту, какие ресурсы для этого нужны, как новый заказ повлияет на дату отгрузки остальных?

После формирования портфеля заказов, полученный план используется службой материально-технического снабжения для оценки потребности в сырье и материалах, для формирования заявок на их закупку. На этом этапе APS-система позволяет сформировать рекомендации по закупкам, которые ответят специалистам службы снабжения на вопрос, какие материалы, в каком количестве и когда закупать. В дальнейшем эта информация будет использована для составления производственного расписания с учётом ожидаемых поставок материалов и сырья на склад.

Следующим шагом в планировании производства является составление детального расписания, которое позволит ответить на вопрос, какая операция, в какой момент времени должна выполняться на данной единице оборудования, а также на сопутствующие вопросы: когда и на каком оборудовании будут осуществляться переналадки?. Помимо решения вышеназванной задачи APS-система на основании введённых в неё данных о целях и стратегиях оптимизации позволяет получить оптимизированное производственное расписание, примиряющее конфликтующие между собой потребности различных подразделений. Одни заинтересованы в своевременной отгрузке заказа, другие – в повышении производительности оборудования, третьи – в уменьшении складских запасов.

Производственное расписание в виде нарядов на работы передаётся в

цех, где начинается его исполнение. Важный момент здесь – соблюдение указанной в сформированном APS-системой расписании последовательности работ.

В процессе исполнения плана накапливаются отклонения хода производственного процесса (поломки оборудования, брак, отсутствие каких-либо компонентов на складе), которые нарушают изначальную схему работ. В связи с этим для контроля процессов и оперативного их перепланирования необходим механизм обратной связи с технологическими подразделениями, который реализуется в системах класса APS. Данный механизм позволяет ответить на вопрос, как изменилось расписание по сравнению с первоначальным из-за поломок, брака и других факторов.

Анализ основной деятельности предприятия предполагает использование простых и ёмких ключевых показателей эффективности (КПЭ) для диагностики ситуации на предприятии. Современные APS-системы позволяют оценить множество обобщённых и отраслевых ключевых показателей такого рода по имеющемуся производственному расписанию. Данный инструмент предназначен в первую очередь для топ-менеджеров, руководителей технологических подразделений и планово-диспетчерских служб.

Чтобы успешно внедрить и использовать ERP-систему на промышленном предприятии, необходимо понимать несколько вещей. Первое: выбирая систему, которая будет поддерживать не только финансы, бухгалтерию, но и основные операции (производство, снабжение, сбыт, управление материалами), необходимо убедиться, что она предназначена именно (и только – универсальность здесь вредит) для производственных предприятий. Это требование распространяется как на функциональную, так и на программно-аппаратную платформу. Техническое обеспечение и СУБД должны стабильно работать не только в офисе руководителя, который раз в день анализирует результаты с помощью красивого графика, но и в цехах, на складах и в службе сбыта, где интенсивность ввода информации может достигать сотен транзакций в минуту. Клиент не будет ждать, пока ваша «зависшая» операционная система вернется к жизни, он уйдет к вашему конкуренту.

В этих условиях принятие частных решений без учета общих целей функционирования системы и предъявляемых к ней требований может оказаться недостаточным, а возможно и ошибочным.

При формировании логистических систем должны учитываться следующие принципы системного подхода:

- принцип последовательного продвижения по этапам создания системы. Соблюдение этого принципа означает, что система сначала должна исследоваться на макро уровне, т.е. во взаимоотношении с окружающей средой, а затем на микро уровне, т.е. внутри своей структуры;

- принцип согласования информационных, надежностных, ресурсных и других характеристик проектируемых систем;
- принцип отсутствия конфликтов между целями отдельных подсистем и целями всей системы.

Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой создается система.

Последовательность формирования системы при системном подходе также включает в себя несколько этапов:

1. Определяются и формулируются цели функционирования системы.
2. На основании анализа цели функционирования системы и ограничений внешней среды определяются требования, которым должна удовлетворять система.
3. Третий этап. На базе этих требований формируются, ориентировочно, некоторые подсистемы.
4. Четвертый этап. Наиболее сложный этап синтеза системы: анализ различных вариантов и выбор подсистем, организация их в единую систему.

В логистике один из основных методов синтеза систем – моделирование. Об этом также можно сказать несколько слов в следующем разделе.

## 4. ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

### 4.1 Моделирование в логистике

Одной из основных тенденций в области разработки и внедрения современных систем менеджмента бизнес-процессов является использование имитационного моделирования в качестве их неотъемлемой составляющей. «Встроенные» в менеджмент бизнес-процессов системы имитации обеспечивают решение таких важных задач как контроль проектов, планирование ресурсов, контроль бизнес-правил, прогноз инвестиций на основе анализа по схеме «что-если» («what-if»), обучение в новых / реорганизованных бизнес-процессах, планирование сценариев для чрезвычайных ситуаций. Причём общепринятой является точка зрения, что имитационное моделирование должно сопровождать бизнес-процессы с самой начальной стадии их становления, развития и внедрения.

Здесь трудно выдать рекомендации общего характера, поскольку такие вопросы могут эффективно решаться только по мере накопления опыта моделирования в соответствующей проблемной области.

Существенной характеристикой любой модели является степень полноты подобия модели моделируемому объекту. По этому признаку все модели можно разделить на изоморфные и гомоморфные.

*Изоморфные* – это модели, включающие все характеристики объекта-оригинала, способные, по существу, заменить его. Если можно создать его и наблюдать изоморфную модель, то наши знания о реальном объекте будут точными. В этом случае мы сможем точно предсказать поведение объекта.

*Гомоморфные* модели. В их основе лежит неполное, частичное подобие модели изучаемому объекту. При этом некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем. В результате упрощаются построение модели и интерпретация результатов исследования.

При моделировании логистических систем абсолютное подобие не имеет места. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать лишь гомоморфные модели, не забывая, однако, что степень подобия у них может быть различной.

Выделяют материальные и абстрактные модели. *Материальные* модели воспроизводят основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики изучаемого явления или объекта. К этой категории относятся, в частности, уменьшенные макеты предприятий оптовой торговли, позволяющие решить вопросы оптимального размещения оборудования и организации грузовых потоков.

*Абстрактное* моделирование часто является единственным способом моделирования в логистике.

Его подразделяют на символическое и математическое. К *символическим* моделям относят языковые и знаковые. *Языковые* модели – это словесные модели, в основе которых лежит набор слов (словарь), очищенных от неоднозначности. Этот словарь называется «тезаурус». В нем каждому слову может соответствовать лишь единственное понятие, в то время как в обычном словаре одному слову могут соответствовать несколько понятий.

*Знаковые* модели. Если ввести условное обозначение отдельных понятий, т.е. знаки, а также договориться об операциях между этими знаками, то можно дать символическое описание объекта.

*Математическим моделированием* называется процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью. В логистике широко применяются два вида математического моделирования: аналитическое и имитационное.

*Аналитическое* моделирование – это математический прием исследования логистических систем, позволяющий получать точные решения. Аналитическое моделирование осуществляется в следующем порядке:

1. Формулируются математические законы, связывающие объекты системы. Эти законы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных и т.п.).
2. Решение уравнений, получение теоретических результатов.
3. Сопоставление полученных теоретических результатов с практикой (проверка на адекватность).

Наиболее полное исследование процесса функционирования системы можно провести, если известны явные зависимости, связывающие искомые характеристики с начальными условиями, параметрами и переменными системами. Однако такие зависимости удастся получить только для сравнительно простых систем. При усложнении систем исследование их аналитическими методами наталкивается на определенные трудности, что является существенным недостатком метода. В этом случае, чтобы использовать аналитический метод, необходимо существенно упростить первоначальную модель, чтобы иметь возможность изучить хотя бы общие свойства системы. К достоинствам аналитического моделирования относят большую силу обобщения и многократность использования.

В соответствии с классификацией известного американского специалиста в области имитационного моделирования Ричарда Фуджимото, упомянутые выше системы относятся к системам поддержки аналитического моделирования в отличие от моделирования на основе виртуальной реальности (VR).

В VR-моделировании различают два направления: первое относится к видеоигровой индустрии, а второе – связано, в первую очередь, с проблемами исследования и анализа производственных процессов на



основе концепции e-Manufacturing, которая получила свое развитие в конце 90-х годов в автомобилестроительной промышленности Германии.

Формированию этой концепции в значительной степени способствовали как высокий уровень базовых информационных технологий, используемых в производственных процессах, так и большой положительный опыт их использования. Практически возникли условия для автоматизации процессов на всех этапах жизненного цикла изделия, начиная от его эскизного проектирования вплоть до этапа утилизации.

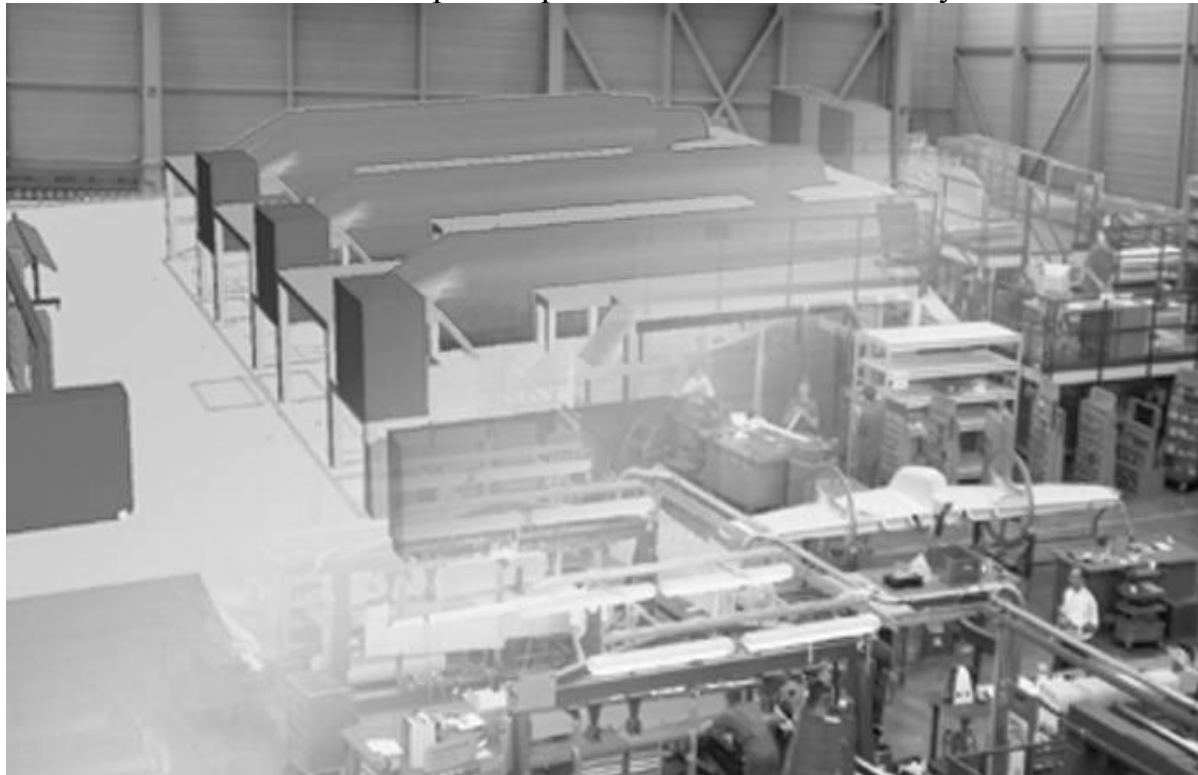


Рисунок 4. Пример виртуального цеха

Главная цель использования e-Manufacturing - достичь такого уровня моделирования объектов и процессов, при котором обеспечивается возможность детального изучения и оптимизации всех аспектов любого производственного процесса перед началом его запуска.

В целом концепцию e-Manufacturing можно представить формулой «Simulation+Virtual Reality». Для реализации концепции e-Manufacturing необходимо иметь следующие программные средства поддержки:

- хранения текстовых и графических данных, представленных в различных форматах;
- имитационного моделирования исследуемых систем и процессов;
- визуализации результатов моделирования методами VR.

На европейском рынке программных продуктов только две фирмы DELMIA и Tecnomatix готовы предложить полные наборы взаимно совместимых программных продуктов для поддержки концепции e-Manufacturing. Ядром каждой системы является специальный банк данных, в котором представлены три базовые структуры производственного назначения PPR (Product, Process, Resources). У Tecnomatix этот банк

называется e-Manufacturing Server, у DELMIA – PPR Hub. В качестве симуляторов Tecnomatix использует EM-Plant, а DELMIA – QUEST.

Большой объём работ по использованию имитационного моделирования в промышленности (в частности системы EM-Plant) а также по созданию VR-моделей выполняет Магдебургский Институт организации и автоматизации промышленного производства имени Фраунгофера – IPF.

В институте накоплен значительный опыт разработки как VRML-моделей для отображения производственных процессов (в том числе на базе имитационного моделирования), так и специальных VR-моделей, полностью погружающих пользователя в виртуальное пространство. Последнее дает ему возможность эффективно проводить работы по проектированию и испытанию машин и оборудования. VR-модели используются для обучения и тренировок людей – операторов, осваивающих новые операции. Благодаря достижениям института в области разработки и построения виртуальных моделей принято решение о строительстве в Магдебурге специального учреждения: Virtual Development and Training Centre (VDTC). Планируется, что предприятиям и организациям будет предлагаться широкий спектр услуг по освоению техники и технологии разработки VR-моделей, обучению персонала, эксплуатирующего сложную технику, проведению ремонтных и профилактических работ.

Как уже отмечалось, логистические системы функционируют в условиях неопределенности окружающей среды. При управлении материальными потоками должны учитываться факторы, многие из которых носят случайный характер. В этих условиях создание аналитической модели, устанавливающей четкие количественные соотношения между различными составляющими логистических процессов, может оказаться либо невозможным, либо слишком дорогим.

При имитационном моделировании закономерности, определяющие характер количественных отношений внутри логистических процессов, остаются непознанными. В этом плане логистический процесс остается для экспериментатора «черным ящиком». Определение условий, при которых результат удовлетворяет требованиям, является целью работы с имитационной моделью.

Имитационное моделирование включает в себя два основных процесса:

- конструирование модели реальной системы;
- постановка экспериментов на этой модели.

Основным достоинством имитационного моделирования является то, что этим методом можно решать сложные задачи, модели позволяют достаточно просто учитывать случайные воздействия и другие факторы, которые создают трудности при аналитическом исследовании. Модели не решают, а осуществляют прогон.

Основные преимущества имитационного моделирования:

- программы с заданными параметрами;
- свободный выбор уровня детализации отображения процессов в модели (действует принцип: могу отобразить в модели всё то, что доступно моему пониманию и что соответствует целям моделирования);
- отсутствие ограничений на сложность логики моделируемых процессов и воспроизводимых в модели алгоритмов управления;
- отсутствие ограничений на структуру и объём исходных данных моделирования.

Имитационное моделирование имеет ряд существенных недостатков, которые также необходимо учитывать.

1. Исследования с помощью этого метода обходятся дорого. Причины:

- для построения модели и экспериментирования на ней необходим высококвалифицированный специалист-программист;
- необходимо большое количество машинного времени, поскольку метод основывается на статистических испытаниях и требует многочисленных прогонов программ;
- модели разрабатываются для конкретных условий и, как правило, не тиражируются.

2. Велика вероятность ложной имитации. Процессы в логистических системах носят вероятностный характер и поддаются моделированию только при введении определенного рода допущений.

3. Модель, как правило, может быть эффективно применена для исследования только одной системы-оригинала. Характерное противоречие: чем точнее модель отображает одну конкретную систему, тем менее пригодной она оказывается для исследования других, даже аналогичных систем.

#### **4.2 Требования к симуляторам. Часто используемые пакеты моделирования**

Общие требования, предъявляемые к симуляторам:

- гибкость при создании моделей (modelingflexibility);
- «произвольная» гибкость в программах;
- возможность выйти за первоначально предложенные рамки
- применение определённых пользователем переменных и объектов;
- модификация существующих переменных, объектов и процессов;
- простое обращение с пакетом (ease of use);
- графический интерфейс (GUI) или соответствующие редакторы;
- иерархия в структуре модели;
- наличие отладчика;
- высокая скорость обработки моделей;
- удобные для пользователя «frontends» (внешние интерфейсы);
- функции импорта/экспорта.

Виды деятельности в логистике, поддерживаемые с помощью анализа и моделирования процессов(см. на рис. 5):

1. Проектирование и модернизация (реинжиниринг).
2. Логистический контроллинг.
3. Логистический аудит.
4. Логистический консалтинг.

Требования, предъявляемые к симуляторам в плане применения статистических методов:

- «хорошие» генераторы случайных чисел;
- воспроизведение заданных функций распределения;
- возможность работы с независимыми и зависимыми между собой последовательностями случайных чисел;
- построение интервальных оценок результатов моделирования и гистограмм;
- стирание статистических данных после фазы «разогрева» модели (warm-up);
- поддержка при планировании имитационных экспериментов.

Требования, предъявляемые к симуляторам в плане вывода результатов и визуализации:

- стандартный вывод и/или вывод, определённый пользователем;
- диаграммы для отображения статических показателей;
- гистограммы для интерпретации случайных показателей;
- временные графики процессов;
- анимация.

Сегодня на рынке имеются следующие *виды пакетов* для имитационного моделирования.

1. Универсальные пакеты имитационного моделирования процессов с дискретными событиями:

- AnyLogic;
- Arena;
- AutoMod;
- eM-Plant;
- (SIMPLE++);
- Enterprise Dynamics;
- Extend;
- ProModel;
- QUEST;
- WITNESS.

2. Специальные пакеты имитационного моделирования логистических сетей:

- PRODISI;
- LogicNet Plus;
- Supply Chain Builder;

- SimFlex;
- ProC/B.

**Arena:** моделируемые конструкции называются «модулями», которые объединяются в рамках «Templates».

**Extend:** модели создаются из заранее подготовленных блоков; модификацию модели можно реализовать с помощью языка ModL.

**AutoMod:** основная область применения – производство и логистика; модификацию модели можно реализовать с помощью хорошо развитого языка программирования.

**Quest:** предлагается фирмой Delmia; среда моделирования с графическим интерфейсом пользователя и модулями для систем обработки материальных потоков.

**eM-Plant (SIMPLE++):** предлагается фирмой Тесноматix; основная ориентация –на производство и логистику.

**ProModel:** предлагается фирмой PROMODEL Corporation; основная ориентация –на производство и логистику; объединяет в себе элементы моделей и язык.

**Enterprise Dynamics** (Taylor ED): предлагается фирмой F&N Simulations; моделирование основано на «атомах» (объектах).

**WITNESS:** предлагается фирмой The Lanner Group; основная ориентация –производственные системы.

**AnyLogic:** предлагается фирмой XJ Technologies, Санкт-Петербург.

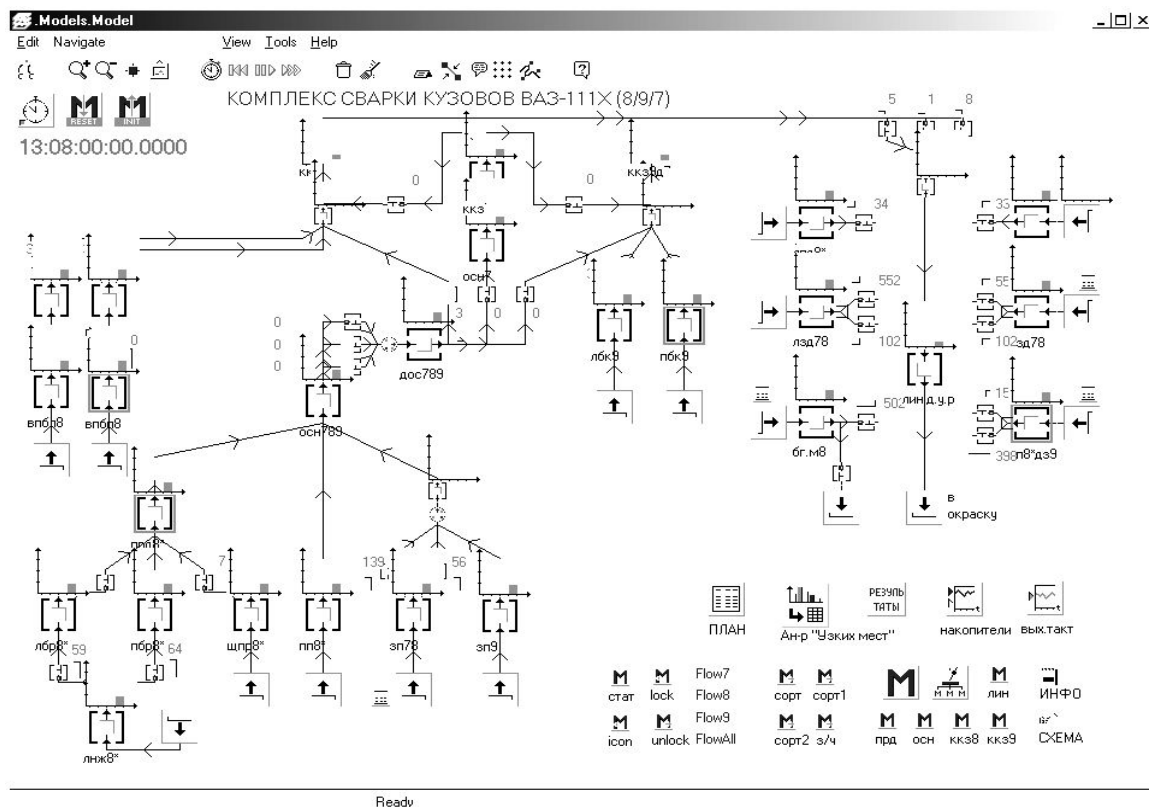


Рисунок 5. Пример работы пакета по моделированию  
Обязательными составляющими программных продуктов,  
поддерживающих процессы современного имитационного моделирования,

являются компоненты «Simulation» и «Virtual Reality». При этом «Simulation» представляет соответствующий симулятор, поддерживающий имитационное моделирование исследуемых систем и процессов. Компонент «Virtual Reality» обеспечивает возможность визуального представления основных объектов и процессов функционирования исследуемых систем, результатов моделирования (погружая при этом исследователя в среду виртуальной реальности).

Проблемы, связанные с реализацией компоненты «Simulation»:

- разработка «Simulation» как интегрированной среды моделирования, обеспечивающей возможность использования различных моделей (аналитических, численных, имитационных) при описании исследуемых систем, а также решение проблем оптимизации имитационного моделирования (за счет разработки простых, прозрачных и точных математических методов, введения методов оптимизации в виде соответствующих структур в языки моделирования, разработки проблемно-ориентированных методов, ускоряющих получение результатов на основе применения технологий распределённых вычислений);

- использование CASE-технологий для представления концептуальных моделей и обеспечения соответствующего программного кода;

- использование высокоразвитых технологий распределённых вычислений типа High Level Architecture;

- web-базируемая реализация распределённых имитационных приложений. В принципе, квалифицированный пользователь должен получить доступ к имитационным ресурсам в пределах локальной вычислительной сети, корпоративной сети или всемирной паутины, оформив свои приложения в соответствии с общепринятыми типами архитектурных шаблонов по схеме «толстый клиент», «тонкий клиент» или «распределённый клиент» (клиент на основе механизма Web-доставки).

Компонента «Virtual Reality» должна включать:

- средства для хранения разнообразных текстовых и графических данных, первоначально представленных в самых различных форматах;
- средства для визуализации результатов моделирования методами VR.

Пример эмуляции на базе универсальных пакетов имитационного моделирования процессов с дискретными событиями представлен рисунком 6.

Классификация работ по имитационному моделированию в зависимости от их назначения:

- учебное моделирование; исследовательское моделирование;
- профессиональное моделирование;
- индустриальное моделирование.

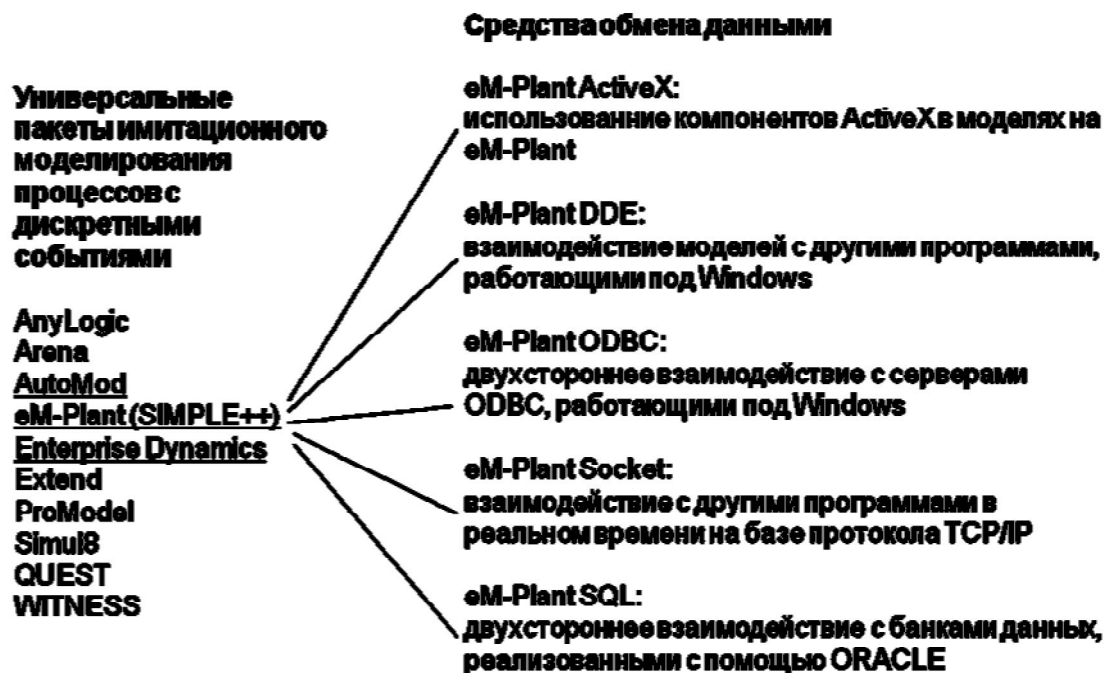


Рисунок 6. Имитационное моделирование

### Учебное моделирование

Учебное моделирование выполняется под руководством «учителя» (в учебном заведении, на курсах или просто в рабочей обстановке) или при самостоятельном знакомстве с методом и средством моделирования, т.е. с симулятором. Как правило, первые работающие модели процессов, «похожих на логистические», относятся к классу СМО. Такие модели можно создавать как на базе языков моделирования типа GPSS, так и на базе промышленных симуляторов, таких, как Arena, AutoMod, eM-Plant, Enterprise Dynamics, Extend, ProModel, QUEST или WITNESS.

### Исследовательское моделирование

Исследовательское моделирование чаще всего выполняется на кафедрах учебных заведений в рамках договорных или чисто исследовательских работ. При этом обычно оно является также частью дипломных работ и диссертаций. Характерным для таких работ является то, что постановку задачи (или даже новой проблемы) моделирования формулирует та же persona, которая будет непосредственно руководить выполнением работ по моделированию и затем оценивать результаты этих работ. Это значит, что, как и в случае учебного моделирования, отсутствует persona, исполняющая роль заказчика, от мнения которого зависит успех выполненных работ по моделированию.

### Профессиональное моделирование

Профессиональное моделирование предполагает наличие персоны (заказчика) или даже целой команды, которая с большим пристрастием относится к результатам моделирования, так как обычно платит за это моделирование деньги в рамках соответствующих договорных отношений. Успех всего имитационного проекта зависит от того, насколько

имитирующему удаётся оправдать ожидания заказчика в смысле полноты и точности результатов моделирования. Модели, как правило, не передаются заказчику, а просто демонстрируются в процессе презентации проекта, чаще всего, с применением анимации. Основные результаты моделирования передаются заказчику в виде обычного отчёта. Проект имеет характер «разовой кампании», и после её завершения созданные модели отправляют «в архив». По подобному сценарию очень часто проходят работы по моделированию, связанные с проектными или консалтинговыми работами. Заказчик не всегда интересуется применённым в проекте симулятором, но тип симулятора, как правило, указывается в тексте договора.

### **Индустриальное моделирование**

Индустриальное моделирование предполагает обязательную передачу модели заказчику с расчётом на её систематическое применение. При этом производится программно-техническая интеграция модели на рабочем месте заказчика, т.е. её стыковка с источниками исходных данных и потребителями результатов моделирования. Модель может запускаться оператором (планировщиком, аналитиком и т.п.) по мере необходимости вручную, т.е. в режиме off line. Возможно также применение моделей в контуре оперативного управления объектами, когда запуск модели производится автоматически в режиме on line.

Формы выполнения работ по моделированию:

1. Проводится имитационное исследование, при котором предусматривается передача заказчику только результатов имитационных экспериментов; заказчик при этом может вообще не знать, с помощью какого симулятора проводилось моделирование.

2. Заказчику передаётся готовая модель (или библиотека моделей) с расчётом на то, что он сам будет в дальнейшем планировать и проводить имитационные эксперименты; не предусматривается возможность, когда заказчик вносит изменения в саму модель; все возможные варианты моделирования определяются только варьированием исходными данными.

3. Заказчику передаётся «всё в полном комплекте», т.е. «имитационное исследование», «готовая модель», симулятор и вся «техника и технология» создания определенного класса моделей; составной частью имитационного проекта является обучение заказчика, в результате которого он должен научиться работать с симулятором и создавать модели хотя бы для определенного класса систем (иногда – на базе специально созданной для этих целей библиотеки модулей).

### **Ограниченное применение стандартных результатов моделирования**

В моделях реальных систем рассчитываемые симулятором стандартные статистические результаты часто вообще оказываются или бесполезными, или недостаточными для анализа работы моделируемой системы. Обычной является практика, при которой симулирующий сам



конструирует требуемые показатели, обеспечивает сбор первичных данных для их расчёта и реализует процедуру расчёта в ходе выполнения прогона модели или по его завершении. Достаточно часто возникают ситуации, когда ни симуляционист, ни заказчик не интересуются «вычисленными» количественными показателями моделируемого процесса, а наблюдают графики развития во времени некоторых первичных показателей или переменных модели (например, длины очереди). Иногда процесс оценивается чисто качественно только лишь на основании наблюдения анимационной картины.

Рассмотрим пример имитационного моделирования склада (рис. 7).



Рисунок 7. Пример виртуальной модели склада

В ходе проекта имитационного моделирования создаётся виртуальная модель склада: по точному чертежу, с заданными стеллажными и полочными системами, погрузочно-разгрузочными воротами, вспомогательными зонами и тому подобное. Также в модели описываются заданные технические ресурсы, такие как техника, конвейерные ленты, лифты, и имеющиеся человеческие ресурсы. На модель накладывается заданный грузопоток, технология обработки грузов.

Таким образом, имеется виртуальная копия склада, которая полностью соответствует ему по своим характеристикам (грузопоток, время обработки грузов, используемые ресурсы). Однако она имеет одно важное отличие – безрисковость. Следовательно, на виртуальной модели склада мы можем проводить различные эксперименты: менять конфигурацию систем хранения грузов, количество и характеристики техники, грузчиков и даже менять конфигурацию самого склада. Можно посмотреть (совершив виртуальную экскурсию), как в заданных условиях склад проработает день, неделю – и это займёт всего несколько часов. В результате эксперимента мы будем иметь исчерпывающий набор отчётов, характеризующий в различных плоскостях результаты работы виртуального склада за выбранный отрезок времени:

- обработанный грузопоток;
- количество разгруженных и погруженных машин;

- возникшие «узкие» места, проблемы;
- стоимость операций;
- показатели качества работы и многое другое.

И таких экспериментов может быть множества. Всего за несколько дней можно проверить множество вариантов работы в различных условиях, возможных реконструкций и изменений. А уже на основании полученных данных, экономического обоснования, можно и принимать решение о какой-либо реконструкции функционирующего объекта.

### 4.3 Дополненная реальность

Дополненная реальность (Augmented reality, AR) – это область исследований, ориентированная на использование компьютеров для совмещения реального мира и данных, сгенерированных компьютером. Пример из кинематографа – кадры, снятые с точки зрения робота в фильме «Терминатор». Прямо на изображении, получаемом с глаз-камер, выводятся данные о наблюдаемых объектах: «полицейский, вес такой-то, рост такой-то».

В AR-системах пользователь находится в реальном мире, на который лишь накладываются изображения объектов, синтезированных компьютером. Важнейший параметр VR/AR-систем – точность совмещения реальных и виртуальных объектов. Точность наложения определяется качеством применяемой системы позиционирования – трекера (от англ. tracker – следящая система), определяющего положение пользователя и направление его взгляда.

На сегодня, большинство исследований в области AR сконцентрировано на использовании живого видео, подвергнутого цифровой обработке и «дополненного» компьютерной графикой. Отображение актуальной дополнительной информации поверх видео можно наблюдать, в частности, во время трансляции спортивных соревнований. Сегодня поклонники «Формулы 1» видят на экране не только движущиеся по кольцу болиды, но и сведения о гонщике, командной принадлежности, положении относительно автомобилей важнейших соперников, а иногда даже графики, отражающие количество оборотов двигателя.

Более серьёзные исследования включают использование отслеживания движения объектов, распознавание координатных меток при помощи машинного зрения и конструирование управляемого окружения, состоящего из произвольного количества сенсоров и силовых приводов.

Изначально термин AR был введён в противовес виртуальной реальности: вместо погружения пользователя в синтезированное, полностью информационное окружение, задачей AR является дополнение реального мира возможностями по обработке дополнительной информации. Другие же исследователи понимают виртуальную реальность как специальный случай дополненной реальности. Дополненная

реальность сама по себе представляет специальный случай более общей концепции опосредованной реальности (med-R), в том смысле, что опосредованная реальность позволяет сознательно дополнять или сокращать, а также иным образом модифицировать реальность.

Первым исследователем дополненной реальности можно считать Айвэна Сазерленда (Ivan Sutherland), который построил работающий прототип системы в 1967 году. Он использовал стереоочки Sword of Damocles для показа трехмерной графики. Изображение в них проецировалось на два полупрозрачных стеклянных мини-дисплея с напылением серебра. Любопытное название происходит от способа крепления устройства – на потолке, что контрастировало с наименованием класса такого рода оборудования: Head-Mounted Display. Впервые система была использована в проекте, выполненном в 1968 г. для Bell Helicopter Company, в котором стереоочки работали в паре с инфракрасной камерой, находящейся под днищем вертолета. Камера управлялась движением головы пилота. Так родилось понятие «дополненной реальности».

Современный этап исследований начался в 1990 году, когда исследователи фирмы Boeing решили использовать наголовные стереодисплеи при сборке и обслуживании самолётов, накладывая интерактивную графику на изображения реального мира.

Одним из наиболее известных исследователей в этой области сегодня является Рональд Азума (Ronald Azuma) из HRL Laboratories. В 1997 г. он опубликовал большую обзорную статью «A Survey of Augmented Reality», где впервые были ясно очерчены проблемы и возможности, связанные с внедрением этой технологической концепции. С 1999 г. ведет свою историю регулярно проводимая конференция IEEE, ACM and Eurographics International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). Наиболее успешные и известные организации, специализирующиеся на дополненной реальности, располагаются в Японии – Mixed Reality Systems Lab – и Германии – консорциум Arvika.

Рональд Т. Азума (Ronald T. Azuma) определяет AR как систему, которая:

1. Совмещает виртуальное и реальное.
2. Взаимодействует в реальном времени.
3. Работает в 3D.

Герман Бенес (Hermann N. Benes) пишет: «Дополненная реальность определяется в соответствии с контекстом и при этом рассматривается не как абстрактная запись, а так, словно, объекты дополненной реальности существуют в природе и жизни. Дополненная реальность – это инструмент, который позволяет одному или многим наблюдателям расширить своё поле зрения при помощи виртуальных элементов обычно созданных компьютером. Следующие правила могут быть определены как необходимые для того, чтобы дополненная реальность была принята бизнесом, образованием и обществом:

- полная интерактивность в реальном времени;
- точное и сверхбыстрое отслеживание;
- стереоскопия;
- сверхпортативность и беспроводность;
- ощущение «полного погружения».

Большинство людей, которые интересуются AR, считают одной из самых важных характеристик способ, которым осуществляется трансформация места, где происходит взаимодействие. В интерактивной системе важно не просто точно определить местоположение, но и распознать окружение. Взаимодействие – это не просто считывание информации с экрана, это растворение себя в окружающем пространстве и объектах. При этом использование информационных систем является осознанным и мыслительным актом.

Три основные составляющие персональной системы дополненной реальности – это:

1. Носимый компьютер.
2. Средства позиционирования.
3. Средства отображения.

*Компьютер.* До недавнего времени главным препятствием для практического внедрения была неспособность мобильных ПК обсчитывать трехмерную графику. В настоящее время акцент сместился на разработку адекватных методов позиционирования и отображения.

*Позиционирование.* Использование ставшей уже классической навигационной системы GPS не решает проблему. Ведь идея дополнения реальности заключается в получении правильной информации в правильном месте. «Классический» датчик GPS дает минимальную погрешность от 3 до 30 м. Учитывая то, что подписи на дисплее должны совмещаться с изображением реальных объектов, такая ошибка делает затею бессмысленной. Да и в городе GPS зачастую бессилен.

*Отображение* видеоинформации не менее проблематично. Необходимо совмещать трехмерную графику и реальные объекты, учитывая перемещения человека в пространстве и его позу. До сих пор мобильные дисплеи являются слабым местом любых носимых компьютеров. Недорогие, качественные, легкие и компактные видеоочки по-прежнему редкость.

Поскольку основной задачей дополненной реальности является синтез реальных и виртуальных объектов в пространстве, то возникает необходимость в предварительной оцифровке данных об окружающем пространстве. Регистрирование геометрических пространственных характеристик небольших помещений сегодня уже стало нормой жизни для широкого круга специалистов. Все оказывается гораздо сложнее, когда речь заходит об открытых пространствах: как взаимно расположены виртуальные и реальные предметы, какой из них находится на первом плане? Работа здесь ведется по двум направлениям: съемка «карты

глубин» (depth sensing) в реальном масштабе времени и предварительный сбор информации о местности.

Как научить компьютер ориентированию? Комбинация гироскопа и компаса дает неплохие результаты, а если добавить к ним распознавание изображений заранее известных элементов ландшафта – точность возрастает до пиксельного уровня. Расхождение измеряется пикселями исключительно из-за особенностей человеческого мозга и зрения, способных выявить малейший промах при размещении виртуальных предметов в реальном пространстве.

Пользу здесь приносят даже разработки создателей спецэффектов в кино, которые занимаются восстановлением траектории движения камеры с помощью отслеживания перемещений в кадре объектов-маркеров.

Впрочем, пока проблему представляют даже задержки при выполнении обычных алгоритмов ориентирования. Сюда следует добавить латентность механизма рендеринга. Ученые вынуждены искать решение в различных двухмерных методах, таких, как искажение и смещение заранее отрендеренных виртуальных объектов, имитирующие движение в плоскости и даже вращение.

Взаимодействие пользователя с системой дополненной реальности требует нестандартных решений. Конечно, никто не отбрасывает обычную клавиатуру и мышь, однако, учитывая мобильную природу технологии, они не являются идеальной парой для видеоочков. В экспериментальных устройствах исследователи пытаются использовать практически весь арсенал методик ввода информации: манипуляторы с шестью степенями свободы, распознавание речи и жестов. Но, как правило, для полноценного взаимодействия с дополненной реальностью приходится комбинировать несколько устройств.

AR-системы должны отвечать нескольким основным требованиям:

1. Высокая точность наложения синтезированных объектов.
2. Частота обновления синтезированных объектов должна составлять не менее 10 Гц для обеспечения необходимой достоверности дополненной реальности.
3. AR-система должна иметь простую процедуру начальной настройки – без привлечения специального оборудования и персонала.
4. Оборудование AR-системы должно накладывать минимальные ограничения на движения пользователя.
5. Система должна обеспечивать малую задержку между движением пользователя и обновлением синтезированных объектов.

Среди указанных требований наиболее сложное – точность наложения. Современные AR-системы не удовлетворяют данному требованию в полной мере – в основном из-за несовершенства систем позиционирования.

Существующие системы позиционирования требуют «подготовки» окружающего пространства для того, чтобы была достигнута необходимая

точность позиционирования. Подготовка включает освобождение пространства от ненужных и мешающих элементов, установку маркеров, видеокамер, источников физических полей, картографирование для учета искажений, вносимых в электромагнитные поля AR-систем металлическими элементами интерьера и т.д.

Создание легких дисплеев, которые можно расположить вблизи глаз пользователя, дало толчок развитию систем виртуальной реальности (VR – virtual reality) и близких к ним систем дополненной реальности (AR – augmented reality).

Наибольший интерес вызывают «виртуальные интерфейсы», поражающие своей простотой и оригинальностью. Все в точности, как во время детской игры, когда лыжная палка превращается в меч, а оторванный от детского автомобильчика руль – в штурвал самолета. Например, человек берет в руки обычную доску, а компьютер «дорисовывает» на ней органы управления: клавиши, переключатели и дисплеи. Такой способ реализован в PIP (Personal Interaction Panel).



Рисунок 8. Виртуальный интерфейс

В другой опытной системе пользователь переставляет виртуальную мебель в виртуальной игрушечной квартире с помощью реальной небольшой лопатки. А в некоторых современных игровых автоматах можно играть в виртуальный теннис специальной теннисной ракеткой.

Восхищает элегантность концепции Magic Book – реальная книга, страницы которой служат «порталами» в различные виртуальные миры. Когда пользователь, листая альбом, принимает решение «войти» в определенный мир, его аватар появляется на соответствующей странице книг других пользователей системы.

Дисплеи (HMD или HWD, Head-Worn Displays) для дополненной реальности делятся на два основных типа: оптически прозрачные (optical see-through) и видеопрозрачные (video see-through). Первые позволяют человеку видеть сквозь них окружающий мир – зритель наблюдает и сгенерированное изображение, и пространство вокруг себя. Видеопрозрачные очки используют внешнюю видеокамеру для генерирования изображения реальных предметов.

Помимо видеоочков, нашли применение и обыкновенные плоские мобильные и проекционные дисплеи. Последние, в частности, хорошо подходят для использования в транспортных средствах (автомобилях, самолетах) и стационарных системах (краны, пульта управления производственными процессами и т. д.). Наконец, самый необычный вариант предусматривает проецирование изображений непосредственно на предметах окружающего мира, покрытых ретрорефлективным светоотражающим слоем. В данном случае отражение происходит строго по линии падения света, поэтому несколько человек, рассматривающих один предмет с различных точек зрения, не замечают «информацию» соседей. С помощью ретрорефлективного покрытия можно делать предметы прозрачными – для этого на их поверхности надо отображать расположенное за ними пространство.

К сожалению, оптически прозрачные дисплеи не всегда позволяют исключать/заслонять реальные объекты, да и добиться точного совпадения виртуального и реального мира чрезвычайно сложно. А видеопрозрачные системы, в свою очередь, страдают от расхождения между расположением камер и глаз человека (параллакс) – картинка получается весьма далекой от той позиции, с которой он привык видеть мир. Кроме того, должна быть решена извечная проблема трехмерных дисплеев – четкая зависимость между фокусировкой зрачка и межзрачковым расстоянием. В зависимости от удаленности предметов оба эти параметра согласованно меняются, но когда объемные предметы проецируются на равноудаленную от глаз плоскость, связь между ними нарушается, что приводит к сильному дискомфорту. Это ощущение знакомо любому посетителю кинотеатров IMAX 3D.

Сложности технологического характера – это еще не все. В дополненной реальности возникает реальная угроза «перегруженности кадра» – угроза слишком большого объема выводимой информации. В поле зрения иногда одновременно попадают сотни значащих объектов. Чтобы облегчить жизнь, пользователю приходится фильтровать сведения и вычленять из них действительно необходимые. Также нельзя допускать наложения виртуальных элементов на важные для пользователя объекты реального мира: к примеру, виртуальные указатели на гостиницы и рестораны, проецируемые на лобовом стекле автомобиля, не должны заслонить собой встречный грузовик или светофор.

Зародившись в 60-х годах XX века, технологии дополненной

реальности переживают бурное развитие. При этом разработчики сталкиваются с рядом проблем и достаточно успешно их решают. В дополненной реальности не происходит различия между реальным и виртуальным мирами, что может сделать мир интереснее и насыщеннее. Таким образом, технологии дополненной реальности постепенно входят в нашу жизнь, меняя и делая ее более комфортной. Кроме того, она уже сейчас не является чем-то непривычным и экзотическим, мы сталкиваемся с ней практически на каждом шагу, просто не замечаем этого.

Ведущие компании-разработчики:

- [www.arvika.de/www/e/home/home.htm](http://www.arvika.de/www/e/home/home.htm) – Arvika;
- [www.artesas.de/site.php?lng=en](http://www.artesas.de/site.php?lng=en) – ARTESAS – Advanced Augmented Reality Technologies for Industrial Service Application;
- [www.globis.ethz.ch/research/index](http://www.globis.ethz.ch/research/index) – Global Information Systems Group;
- [www.hitlabnz.org/](http://www.hitlabnz.org/) – HitLabNZ;
- [www.iconolab.com/](http://www.iconolab.com/) – IconoLab;
- [www.ipf.uni-karlsruhe.de/](http://www.ipf.uni-karlsruhe.de/) – Немецкий институт фотограмметрии и изучения космоса;
- [www.mixedrealitylab.org/](http://www.mixedrealitylab.org/) – Mixed Reality Lab;
- [www.nus.edu.sg/](http://www.nus.edu.sg/) – Национальный университет Сингапура;
- [www.t-immersion.com/home.asp](http://www.t-immersion.com/home.asp) – Total Immersion;
- [www1.cs.columbia.edu/graphics/top.html](http://www1.cs.columbia.edu/graphics/top.html) – Лаборатория компьютерной графики и пользовательских интерфейсов при Колумбийском Университете.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Логистика занимается планированием, осуществлением и контролем движения товаров от поставщиков через участников стоимостной цепочки к конечным потребителям и поэтому является одной из важнейших бизнес-операций.

Правильно организованная логистика может противопоставить всему этому значительное конкурентное преимущество, которое она создает для фирмы. Стратегические и тактические приемы, такие как интеграция цепочки создания стоимости, оценка эффективности, использование информационных технологий, улучшение коммуникаций, глобализация и основанные на времени стратегии, позволяют фирмам обеспечивать своим покупателям существенную выгоду, будь то время, деньги или иные показатели. Поскольку данные приемы не могут быть с легкостью переняты соперниками по рынку, логистику можно рассматривать как источник устойчивого конкурентного преимущества. Современные ERP-системы могут быть инструментом управления как операциями, так и финансами. Большинство систем (но не все) разработаны так, что могут использовать информацию для поддержки и финансовой, и производственной функций компании. Ключ к успеху – понять, какие данные, где и когда необходимы для эффективного управления. Управление производством и операциями требует большей частоты обновления первичных данных, чем, скажем, фискальная бухгалтерия, для которой задержка информации на день или два – не вопрос жизни и смерти.

Основанные на времени стратегии могут быть ключевым фактором эффективности логистики. В них координация действий участников цепочки строится так, чтобы снизить рабочее время цикла и повысить скорость движения товарно-материальных запасов.

Современная логистика должна обеспечивать широкий ассортимент продуктов в разных конфигурациях упаковки и разных формах продажи. Перед глобальной логистикой стоит задача поддержки снабжения и маркетинга между различными географическими областями; эта поддержка опять же ведет к увеличению разнообразия товаров, расстояний, затрат, документации, и все это, в свою очередь, усложняет логистику.

Использование компьютерной техники и современного программного обеспечения позволяет значительно улучшить скорость и качество управленческих решений. Современное состояние логистики и её развитие во многом сформировалось благодаря бурному развитию и внедрению во все сферы бизнеса информационно-компьютерных технологий. Реализация большинства логистических концепций (систем) таких как SDP, JIT, DDT, и других была бы невозможна без использования быстродействующих компьютеров, локальных вычислительных сетей, телекоммуникационных

систем и информационно-программного обеспечения.

Разнообразные информационные потоки, циркулирующие внутри и между элементами логистической системы, логистической системой и внешней средой, образуют своеобразную логистическую информационную систему, которая может быть определена как интерактивная структура, состоящая из персонала, оборудования и процедур (технологий), объединенных связанной информацией, используемой логистическим менеджментом для планирования, регулирования, контроля и анализа функционирования логистической системы.

## Литература

1. Агапов А. Информационные системы и технологии ERP в управлении цепями поставок // [www.erpsk.ru](http://www.erpsk.ru).
2. Алесинская Т.В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 121 с.
3. Бигдан В.Б., Пепеляев В.А., Сахнюк М.А. Актуальные проблемы и тенденции в области современного имитационного моделирования / / <http://eprints.isofts.kiev.ua/260/1/D36.DOC>.
4. Верников Г. Основные принципы, философия и эволюция MRP // [http://www.devbusiness.ru/development/production/ppm\\_mrp\\_vernikov.htm](http://www.devbusiness.ru/development/production/ppm_mrp_vernikov.htm)
5. Желамский М. Магнитное позиционирование в системах виртуальной и дополненной реальности // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – № 5, 2007. – С. 104-111.
6. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общей и научной редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с.
7. Морозов О.Б. Основы логистической теории в практике успешного ведения современного бизнеса: специальный курс. Лекционные материалы к курсу – С.-П. – СПбГУ, 2006.
8. Муромцев Ю.Л., Орлова Л.П., Муромцев Д.Ю., Тютюнник В.М. Информационные технологии проектирования РЭС. Ч. 1: Основные понятия, архитектура, принципы: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного технического ун-та, 2004. 96 с.
9. Определение ERP. Основные функции ERP систем // <http://erp.lanit.ru/erp.html>.
10. Питеркин С. В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. / С. В. Питеркин, Н. А. Оладов, Д. В. Исаев. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 368 с.
11. Сергеев В.И., Григорьев М. Н, Уваров С. А. Логистика: информационные системы и технологии: Учебно-практическое пособие. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 608 с.
12. Тихонов А. Информационные системы управления цепочками поставок // [http://www.integprog.ru/pub\\_scm.php](http://www.integprog.ru/pub_scm.php).
13. Толуев Ю. И. Моделирование логистических процессов: традиции и инновации: цикл лекций на тему "Моделирование логистических процессов: традиции и инновации", 6-9 января 2005 года // <http://www.tsi.lv/?id=1866&lang=lv&ct=7&r=1561>.
14. Толуев Ю. И. Рихтер К. Комплексное применение имитационного моделирования при реализации концепции e-Manufacturing // <http://www.gpss.ru/immod%2703/004.html>.
15. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер; Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.

Підп. до друку 02.09.2009. Формат 60 х 84/8.  
Папір офс. Гарнітура Times. Друк офс.  
Ум. друк. арк. 7,1. Обл.-вид. арк. 7,6.  
Тираж 300 прим. Зам 923

Видавництво «Міленіум»  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 535 від 19.07.2001 р.

м. Київ, вул. Фрунзе, 60  
тел./факс (044) 501-52-49  
E-mail: [info@millennium.net.ua](mailto:info@millennium.net.ua)  
Web: [www.millennium.net.ua](http://www.millennium.net.ua)