

На правах рукописи

УДК 658.5

Ханыгина Елена Сергеевна

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
СБОРОЧНОГО ТИПА НА БАЗЕ МОДЕЛИ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК**

05.02.22 – Организация производства (машиностроение)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Москва – 2012

Работа выполнена в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана и в компании «Эрнст энд Янг (СНГ) Б.В.».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Иванилова Анна Михайловна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Миротин Леонид Борисович

кандидат технических наук, доцент
Овсянников Михаил Владимирович

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»

Защита состоится «21» марта 2012г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.141.05 при Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.7.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный печатью, просим выслать по указанному адресу.

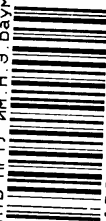
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана.

Телефон для справок: +7 (495) 267-09-63

Автореферат диссертации разослан «15» февраля 2012г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1988062

Ханыгина Е. С. Разработка оп

Силаева Л.А.

Оглавление

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационного исследования. Повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий – одна из ключевых народнохозяйственных задач, решение которой невозможно без организации эффективной системы производственного планирования на предприятии.

Существующая научно-методическая база в сфере производственного планирования в первую очередь состоит из работ, освещающих пошаговый процесс разработки производственных планов на оперативном и тактическом горизонтах планирования с учетом заданного спроса на готовую продукцию в рамках производственных ограничений. Данные методы не предполагают рассмотрение производственного предприятия как участника цепочки поставок и не учитывают при разработке производственных планов ограничений внешней среды. На практике это приводит к тому, что при любых сбоях в системах материально-технического снабжения или сбыта производители затрачивают больше ресурсов на выполнение заявленных планов, что приводит к падению эффективности функционирования предприятия.

Таким образом, в современных условиях в основе создания эффективной организационной системы производственного планирования должны лежать методы производственного планирования, позволяющие учитывать внутренние потребности и ограничения всей цепочки поставок, центральным элементом которой является производственное предприятие.

Цель диссертационного исследования – разработка организационной системы производственного планирования предприятия сборочного типа на базе оптимизационной модели цепочки поставок, которая позволит комплексно повысить эффективность функционирования основных подсистем производственного предприятия и автоматизировать процесс планирования.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие задачи.

1. Анализ существующих методов и средств производственного планирования в массовом производстве при реализации стратегии «производства на склад» и исследование возможностей их применения в условиях рыночной неопределенности.
2. Разработка структуры концептуальной модели цепочки поставок производственного предприятия.
3. Разработка статической оптимизационной модели цепочки поставок производственного предприятия с применением методов целочисленного программирования.
4. Разработка динамической оптимизационной модели цепочки поставок производственного предприятия с применением методов линейного программирования.

ВЫВОДЫ

5. Разработка на основе динамической оптимизационной модели алгоритма планирования, системы сбалансированных планов, а также метода поиска «узких мест» в цепочке поставок.
6. Разработка интегрированного информационного решения, поддерживающего процесс оптимизационного планирования.

Предметом исследования являются методы производственного планирования и оптимизация деятельности производственного предприятия на стыке научных дисциплин организации производства и управления цепями поставок с применением методов математического моделирования.

Объектом исследования выбрано производственное предприятие сборочного типа как наиболее развитый для РФ тип производственных структур.

Методы исследования. Общей методологической основой исследования является сочетание методов организации производства, анализа и синтеза сложных систем, исследования операций.

Научная новизна проведенного исследования отражена в следующих результатах, выносимых на защиту.

1. Разработана оптимизационная модель производственно-логистической цепочки поставок, позволяющая учитывать при разработке производственных планов ограничения, накладываемые внешней и внутренней средой на движение материальных потоков в цепочке поставок и, как следствие, повысить эффективность функционирования производственного предприятия.
2. Разработан алгоритм поиска «узких мест» в производственно-логистической цепочке поставок на основе оптимизационной модели с последующим принятием решения по инвестированию денежных средств в увеличение пропускной способности найденного «узкого места».
3. Разработано интегрированное информационное решение, позволяющее автоматизировать процесс производственного планирования на базе оптимизационной модели цепочки поставок.
4. Разработана организационная система производственного планирования, позволяющая по окончании цикла планирования получить сбалансированный набор производственных планов. В отличие от классических методов производственного планирования ни один из параметров плана не спускается сверху: все параметры проверяются на предмет удовлетворения целевой функции оптимизации и накладываемым на них внешней и внутренней средой ограничениям.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в том, что разработанная организационная система производственного планирования на базе оптимизационной модели цепочки поставок является универсальной и может быть внедрена на любом производственном предприятии сборочного типа. Она позволяет.

1. Получить по заданным критериям оптимальную конфигурацию цепочки поставок и / или оптимальное распределение логистических потоков между объектами цепочки поставок предприятия сборочного типа.
2. Синхронизировать, сбалансировать и автоматизировать процесс расчета закупочных, производственных, транспортных, складских, сбытовых планов предприятия сборочного типа.
3. Проводить сценарное моделирование и оценку экономической эффективности реализации новых проектов на уровне цепочки поставок предприятия сборочного типа, например, по увеличению пропускной способности «узкого места» цепочки поставок.
4. Решать задачи, связанные с повышением прибыльности, планированием, оптимизацией и анализом эффективности деятельности предприятия сборочного типа.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием разработанной организационной системы производственного планирования в компаниях «Эрнст энд Янг (СНГ) Б.В.» и «Самсунг Электроникс Ко., Лтд». Практические положения диссертационной работы приняты для применения на данных предприятиях, что подтверждено соответствующим документами о внедрении.

Апробация и реализация результатов исследования. Основные теоретические и методологические положения диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также на VIII Международной научно-практической конференции «Инновационная экономика и промышленная политика региона» в 2010 г.

Результаты исследований, проведенных в диссертационной работе, использованы в ООО «Самсунг Электроникс РУС» при решении задач синхронизации планирования производства и сбыта.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы четыре научные работы объемом около двух печатных листов, из них по перечню ВАК – 3.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и результатов, списка литературы, включающего 111 наименований, и содержит 37 рисунков и 25 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается выбор и актуальность темы исследования с учетом текущих проблем в производственном секторе российской экономики; формулируются цели, задачи и основные научные положения, защищаемые диссертантом; описываются содержание и структура диссертации.

В **первой главе** – «Анализ современных требований рынка к организационной системе производственного планирования предприятия

сборочного типа» – проведен анализ особенностей организации производственных предприятий сборочного типа в России, дан обзор развития современных методов и инструментов производственного планирования, проанализирована классическая организационная система производственного планирования и контроля.

Повышение эффективности производственной деятельности предприятия сборочного типа напрямую связано с обеспечением своевременности и точности поставок, а также с сокращением продолжительности производственных и логистических циклов. Сбои и недопоставки комплектующих изделий и узлов для сборки приводят к критическим запасам оборотных активов, неритмичности производства и срывам поставок готовой продукции.

Задача синхронизации движения материальных потоков осложняется спецификой российской среды, являющейся следствием неэффективной организации работы государства, рынков и их участников. Снабженческие, транспортные, таможенные риски нарушают движение логистических потоков на входе производственного предприятия и приводят к затариванию складских помещений, остановке линий по причине отсутствия комплектующих изделий и узлов для сборки, срыву графика финальной сборки. Следствием производственных рисков и рисков планирования сбыта становится сорванный план продаж, увеличение объемов запасов готовой продукции и незавершенного производства. Для эффективного функционирования предприятия сборочного типа эти риски должны учитываться при разработке производственных планов.

На основе анализа классической организационной системы планирования и контроля, предложенной американской ассоциацией управления производством и запасами APICS, выявлено, что данная система не предусматривает механизма учета и нивелирования рисков в цепочке поставок, кроме как увеличение общего уровня запасов. Следовательно, она не может быть признана эффективной в части выполнения функции защиты от рыночной неопределенности. Причина этого кроется в лежащих в её основе методах и инструментах производственного планирования.

Исследование особенностей существующих методов и инструментов производственного планирования показывает, что разработанные в условиях среды, отличной от нынешней, они не могут отвечать потребностям предприятий сборочного типа в эффективном планировании.

Примером может служить американская система планирования потребности в материалах MRP, за сорок с небольшим лет переросшая в глобальную систему планирования ресурсов предприятия GERP. С появлением ERP в рамках данной системы акцент в её развитии был смещен в сторону финансов и сбыта, поэтому в современных учетных системах этого класса используются те же методы производственного планирования, что и тридцать лет назад.

Применение японских методов производственного планирования, возникших на базе TPS, возможно при условии стабильных поставок за счет работы с небольшим количеством надежных поставщиков и перевозчиков, коротких логистических плеч и высокого качества поставляемых материалов, что не решает проблему рыночной неопределенности и, более того, увеличивает вероятность невыполнения заявленных планов в условиях российской среды.

Критерии оптимальности в советских методах производственного планирования, сложившихся под влиянием планово-экономической системы, оторваны от рыночных принципов и механизмов, поэтому данные методы также не могут использоваться для решения задач, стоящих перед производителями на глобальном рынке.

Наиболее современные на сегодняшний день системы усовершенствованного производственного планирования APS, в основе которых лежат методы исследования операций, также не позволяют учитывать ограничения цепочки поставок при разработке производственных планов.

На основе проведенного анализа определены цели и задачи исследования.

Во второй главе – «Разработка организационной системы производственного планирования предприятия сборочного типа на базе модели цепочки поставок» – разработаны метод построения концептуальной модели цепочки поставок, метод построения математической модели цепочки поставок с использованием линейного и целочисленного программирования, алгоритмы построения планов и поиска «узких» мест в цепочке поставок, модель движения информационных потоков в процессе планирования.

Концептуальная модель цепочки поставок представляет собой словесное описание системы с использованием специальных нотаций для моделирования бизнес процессов в комбинации с таблицами и диаграммами. Цель разработки концептуальной модели – дать полное представление о структуре системы и её основных характеристиках лицам, обладающим ограниченной информацией о функционировании системы или не знакомым с системой вовсе.

Предложенная в работе концептуальная модель цепочки поставок состоит из пяти базовых элементов: объекты производственно-логистической инфраструктуры, связывающие их транспортные плечи, объекты материального потока, рынки сбыта и процессы. Каждый из элементов характеризуется определенным набором входящих и расчетных параметров.

Концептуальная модель, являющаяся основой для построения математической модели, должна содержать описание метода математического моделирования, обоснование выбора целевой функции оптимизации, перечень принятых допущений и ограничений. Для построения концептуальной модели необходимо определить границы и структуру

описываемой системы; собрать требуемую в соответствии с целями исследования информацию; систематизировать собранную информацию в соответствии с выбранной для описания бизнес-процессов нотацией.

Математическая модель цепочки поставок – это аналитическая модель, показывающая функциональную зависимость характеризующих систему параметров, построенная на основе линейного, нелинейного, целочисленного, булевого, эвристического программирования, которые лежат в основе математических методов оптимизации. Основная цель использования данных методов – оптимальное распределение ограниченных ресурсов предприятия между его конкурирующими потребностями.

Для построения математической модели цепочки поставок на основе линейного и целочисленного программирования необходимо выбрать целевую функцию оптимизации; сформировать перечень переменных, характеризующих решение задачи и перечень накладываемых на переменные ограничений.

В качестве целевой функции оптимизации при решении задач производственного планирования могут использоваться: максимизация чистого дисконтированного денежного потока, выручки, доли рынка, загрузки оборудования, объема логистического потока, перемещающегося по определенному маршруту; минимизация затрат, складских запасов, производственных потерь.

В работе разработаны методы построения статической однопериодной модели цепочки поставок с булевыми переменными, позволяющей получать оптимальную конфигурацию цепочки поставок, и динамической модели, оптимизирующей распределение логистических потоков в соответствии с заданной конфигурацией цепочки поставок.

Цель разработки статической модели цепочки поставок – показать структуру издержек производственно-логистической цепочки поставок; принцип использования булевых переменных при моделировании структуры цепочки поставок и распределения логистических потоков.

При разработке статической модели в качестве целевой функции оптимизации была выбрана функция минимизации затрат производственно-логистической цепочки поставок производственного предприятия:

$$\begin{aligned} MIN \left[\sum_i \alpha_i Y_i + \sum_i \psi_i E_i + \sum_i \sum_k \beta_i^k Z_i^k + \sum_i \sum_k \eta_i^k D_i^k + \sum_i \sum_k \gamma_i^k Q_i^k + \sum_m \sum_{(i,j)} \sigma_{(i,j)}^m L_{(i,j)}^m + \right. \\ \left. + \sum_m \sum_k \sum_{(i,j)} \delta_{(i,j)}^{km} X_{(i,j)}^{km} + \sum_i \sum_p \omega_{ip} I_{ip} + \sum_i \sum_p \theta_{ip} G_{ip} + \sum_i \sum_{(p,r)} \phi_{(p,r)}^i F_{i(p,r)}^k \right], \end{aligned} \quad (1)$$

где α_i – постоянные издержки i -го объекта логистической инфраструктуры; ψ_i – издержки на вывод из эксплуатации i -го объекта логистической инфраструктуры; $Y_i, E_i \in \{0,1\}$ – булевы переменные; β_i^k – постоянные издержки на i -м объекте логистической инфраструктуры, связанные с наличием k -го вида логистического потока; η_i^k – издержки на i -м объекте

логистической инфраструктуры, связанные с приостановкой каких-либо действий на данном объекте по отношению к логистическому потоку k -го вида; $Z_i^k, D_i^k \in \{0,1\}$ – булевы переменные; γ_i^k – переменные издержки на обработку единицы логистического потока k -го вида на i -м объекте логистической инфраструктуры; Q_i^k – объем k -го логистического потока на i -м объекте логистической инфраструктуры; $\sigma_{(i,j)}^m$ – постоянные издержки на маршруте m , связывающем i -й объект логистической инфраструктуры с j -м объектом; $L_{(i,j)}^m \in \{0,1\}$ – булева переменная; $\delta_{(i,j)}^{km}$ – переменные издержки на перемещение единицы логистического потока k -го вида по маршруту m , соединяющего i -й и j -й объекты логистической инфраструктуры; $X_{(i,j)}^{km}$ – объем k -го логистического потока, перемещаемого по маршруту m , соединяющему i -й и j -й объекты логистической инфраструктуры; ω_p – постоянные издержки, связанные с функционированием P -го процесса на i -м объекте логистической инфраструктуры; θ_p – издержки на приостановку работы P -го процесса на i -м объекте логистической инфраструктуры; $I_p, G_p \in \{0,1\}$ – булевы переменные; $\phi_{(p,r)}^k$ – переменные издержки на получение единицы k -го логистического потока при реализации процесса P на i -м объекте логистической инфраструктуры; $F_{(p,r)}^k$ – объем исходящего логистического потока k -го вида при реализации процесса P на i -м объекте логистической инфраструктуры.

Анализ целевой функции оптимизации позволяет выделить семь групп издержек производственно-логистической цепочки поставок: издержки на функционирование либо вывод из эксплуатации объектов логистической инфраструктуры; издержки на закупку или демонтаж оборудования; издержки на обработку логистических потоков на объектах цепочки поставок; издержки на функционирование транспортной системы; издержки на перемещение логистических потоков между объектами логистической инфраструктуры; издержки на поддержание функционирования или консервацию процессов на объектах логистической инфраструктуры; издержки на преобразование логистических потоков под влиянием процессов.

Перечень ограничений, накладываемых на пропускные способности элементов производственно-логистической цепочки поставок:

$$[MinC_i]Y_i \leq \sum_k Q_i^k \leq [MaxC_i]Y_i, \quad (2)$$

где $MinC_i / MaxC_i$ – минимальная / максимальная пропускная способность i -го объекта логистической инфраструктуры.

$$[MinC_i^k]Z_i^k \leq Q_i^k \leq [MaxC_i^k]Z_i^k, \quad (3)$$

где $MinC_i^k / MaxC_i^k$ – минимальная / максимальная пропускная способность k -го логистического потока на i -м объекте логистической инфраструктуры.

$$[MinC_{(i,j)}^m] L_{(i,j)}^m \leq \sum_k X_{(i,j)}^{km} \leq [MaxC_{(i,j)}^m] L_{(i,j)}^m, \quad (4)$$

где $MinC_{(i,j)}^m / MaxC_{(i,j)}^m$ – минимальная / максимальная пропускная способность маршрута m , связывающего i -й и j -й объекты логистической инфраструктуры.

$$[MinC_{ip}] I_{ip} \leq \sum_r F_{i(p,r)}^k \leq [MaxC_{ip}] I_{ip}, \quad (5)$$

где $MinC_{ip} / MaxC_{ip}$ – минимальная / максимальная производительность процесса p на i -м объекте логистической инфраструктуры.

Взаимосвязь компонентов процессов определяется следующими уравнениями:

$$\sum_p F_{j(p,q)}^k - \sum_m \sum_i X_{i,j}^{km} = 0, \quad (6)$$

где q – индекс компонента входящего логистического потока процесса p .

$$\sum_r F_{j(p,r)}^k - \frac{1}{\zeta_q^{kp}} \sum_q F_{j(p,q)}^k = 0, \quad (7)$$

где $\frac{1}{\zeta_q^{kp}}$ – доля компонента q процесса p .

$$\sum_m \sum_T X_{jT}^{km} - \sum_p F_{j(p,r)}^k = 0, \quad (8)$$

где X_{jT}^{km} – объем исходящего логистического потока k , поступающего на объект логистической инфраструктуры T с j -го объекта по маршруту m ; $F_{j(p,r)}^k$ – объем исходящего логистического потока k в результате преобразования процесса p .

Система уравнений дополняется уравнениями, определяющими «активность» элементов производственно-логистической цепочки поставок:

$$Y_i + E_i = 1, \quad (9)$$

$$Z_i^k + D_i^k = 1, \quad (10)$$

$$I_{ip} + G_{ip} = 1. \quad (11)$$

Поиск решения целочисленных задач требует больших вычислительных ресурсов, так как сводится к нахождению оптимального решения при всевозможных комбинациях значений булевых переменных.

Цель разработки динамической многопериодной модели цепочки поставок – показать особенности моделирования движения логистических потоков производственного предприятия сборочного типа на основе балансового принципа сквозь заданную конфигурацию систем снабжения, производства и сбыта с использованием методов линейного программирования.

В качестве целевой функции оптимизации динамической модели выбрана функция максимизация чистого дисконтированного денежного дохода компании, состоящая из двух видов притоков денежных средств, связанных с реализацией готовой продукции на внутреннем и экспортном рынке, и двадцати трех видов оттоков, включая издержки на закупку, производство, транспорт, склад и таможенное оформление экспортной готовой продукции:

Классификация неизвестных параметров задачи позволяет выделить тридцать две группы неизвестных переменных, значения которых должны быть получены по итогам расчета. К ним относятся – объем поставок на склад, движение по складу, объем поставок в производственные цеха материалов; объем поставок на склад, движение по складу, объем поставок в производственные цеха полуфабрикатов; объем поставок на склад, движение по складу, объем поставок в регионы спроса готовой продукции.

Шестьдесят одна группа известных параметров задачи может быть разбита на следующие подгруппы: объемы поставок объектов цепочки поставок (поставщик); пропускные способности объектов цепочки поставок (производственный склад, склад полуфабрикатов, склад готовой продукции, производственный цех, объекты транспортной инфраструктуры); пропускные способности транспортных плеч (поставщик → производитель, производитель → регион спроса); объемы хранения объектов цепочки поставок (производственный склад, склад полуфабрикатов, склад готовой продукции); стоимостные параметры (закупка, производство, хранение, складская обработка, доставка, таможенное оформление); спрос (объем спроса, цена реализации); константы (период поставок, рецептура).

Двадцать девять групп ограничений накладываются на пропускные способности объектов цепочки поставок (производственный склад, склад полуфабрикатов, склад готовой продукции, производственный цех, объекты транспортной инфраструктуры); объемы хранения объектов цепочки поставок (производственный склад, склад полуфабрикатов, склад готовой продукции); объемы поставок объектов цепочки поставок (поставщик); пропускные способности транспортных плеч (поставщик → производитель, производитель → регион спроса). Последним записывается условие неотрицательности неизвестных параметров.

Двадцать пять групп уравнений связывают известные и неизвестные параметры модели.

Итоговая размерность задачи зависит от количества входящих параметров, описывающих структуру цепочки, и числа шагов моделирования. Чем детальнее модель, тем больше неизвестных параметров она содержит, и тем больше времени требуется на сбор и систематизацию входящих данных.

Алгоритм построения планов и поиска «узких» мест на основе динамической модели цепочки поставок проиллюстрирован на рис. 1.

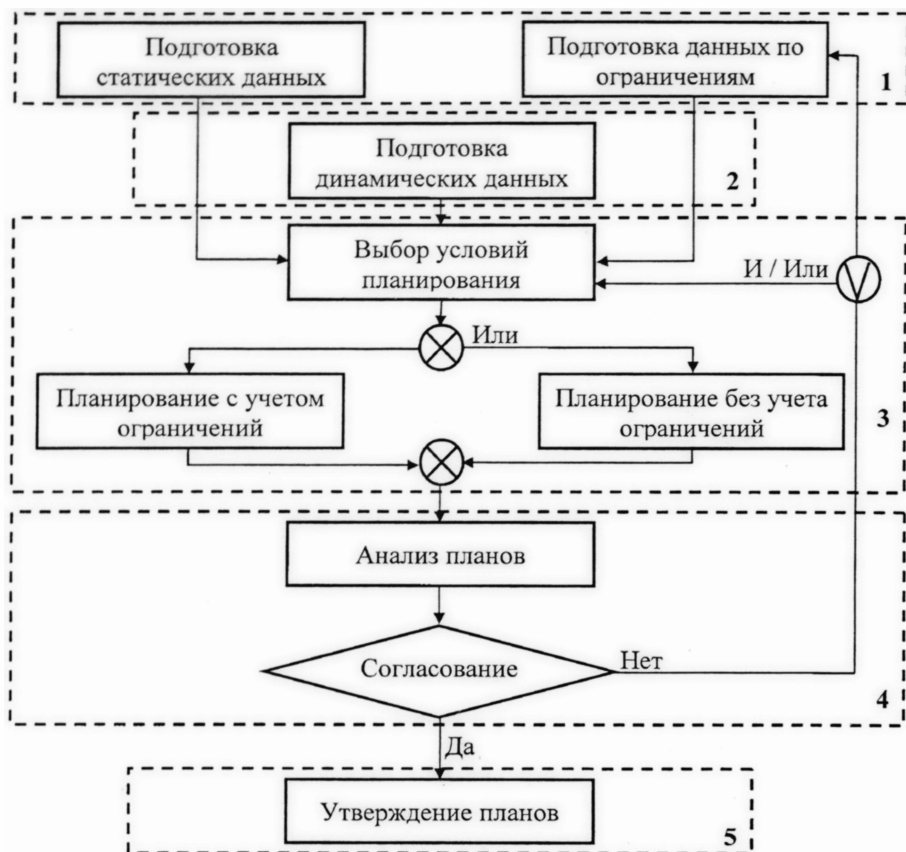


Рис. 1. Алгоритм построения планов на основе динамической модели цепочки поставок

На первом этапе обновляются статические данные, включающие в себя перечень объектов логистической инфраструктуры, структуру производственных процессов, технологические маршруты, расходные коэффициенты, спецификации выпускаемой продукции, и ограничения.

Ограничения делятся на «жесткие», значения которых не могут быть изменены в краткосрочной перспективе или без согласования с другими участниками цепочки поставок (производительность оборудования, производственные мощности поставщиков, пропускная способность объектов транспортной инфраструктуры, площади хранения складов), и «нежесткие», которые подлежат изменению при принятии соответствующего решения (минимальный уровень загрузки производственных мощностей, минимальный уровень складских запасов).

Второй этап включает в себя подготовку «динамических» данных, к которым относится ценовая и количественная информация, характеризующая логистические потоки в системе.

На третьем этапе проводится сценарный анализ. Сначала строится план без учета ограничений при заданном критерии оптимизации, затем при варьируемых ограничениях (последовательное включение / отключение основных ограничений системы). Финальное планирование осуществляется с учетом как жестких, так и нежестких ограничений.

Четвертый этап – анализ полученных планов и их согласование с функциональными подразделениями производственного предприятия и партнерами в цепочке поставок. В случае разногласий выполняется корректировка плана путем варьирования нежестких ограничений и / или критерия оптимизации.

Анализ планов, один из которых построен с учетом ограничений, а другие – без учета ограничений, позволяет выявить «узкие» места в цепочке поставок, представляющие собой потенциальные области для инвестиций, и потребности в дополнительных ресурсах для полного удовлетворения спроса с оценкой их экономической эффективности.

На пятом этапе окончательная версия плана утверждается руководством компании.

Модель движения информационных потоков при решении оптимизационной задачи проиллюстрирована на рис. 2.

Информация из существующих систем загружается при помощи интерфейсных SQL скриптов в промежуточную базу данных СУБД, которая является центральным интегрированным источником информации для системы. Цель создания СУБД – подготовка данных, импортируемых из информационных систем производственной компании, для загрузки в сервер бизнес логики. Структура СУБД должна соответствовать структуре производственно-логистической цепочки поставок, но помимо статических и динамических данных она включает в себя третий тип данных, сгенерированных системой, которые обновляются после каждого цикла планирования и представляют собой оптимизированный план.

Сервер бизнес логики, на котором реализованы алгоритмы оптимизации, выполняет вычисления и генерирует планы. Параметры целевой функции оптимизации прописываются в файлах конфигурации.

Для того чтобы несколько планировщиков имели одновременный доступ к системе планирования необходимо разработать клиентскую часть системы, состоящую из «тонких» web-клиентов и обслуживающего их сервера приложений. В зависимости от прав доступа и ролей, а также используемого программного обеспечения разные участники бизнес процесса планирования могут видеть и изменять элементы модели со своих локальных рабочих мест.

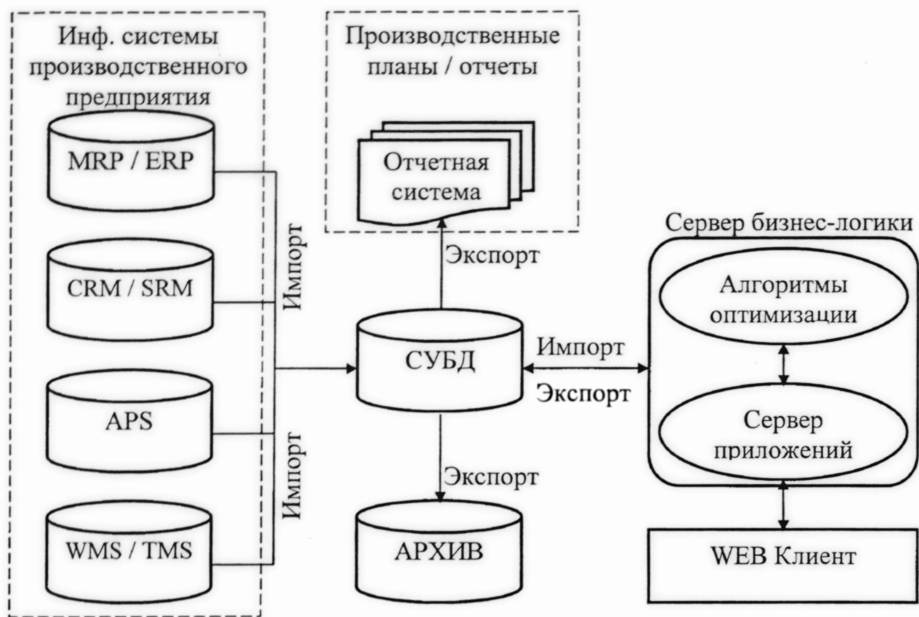


Рис. 2. Модель движения информационных потоков при решении оптимизационной задачи

Отчетная система, интегрированная с СУБД, позволяет формировать планы и отчеты на основе комбинаций известных и расчетных параметров модели по принципу «конструктор» в абсолютных и относительных величинах. Это дает возможность разработать структуру внутренней системы отчетности производственного предприятия, ориентированную на решение актуальных в рамках именно этого предприятия задач. Примерами подобных отчетных систем являются информационные системы Crystal Report и Business Object, которые работают с базами данных Access и Oracle. Обновление отчетов происходит после каждого цикла планирования при обновлении СУБД.

В СУБД каждому расчетному параметру может быть поставлено в соответствие его фактическое значение, импортируемое из учетной или аналитической системы по итогам завершения периода. Это дает возможность в рамках отчетной системы следить за ходом выполнения производственных планов и в случае отклонений своевременно запускать процедуру перепланирования.

Мониторинг степени загрузки элементов цепочки поставок позволяет на этапе планирования выявить наиболее загруженные объекты и транспортные плечи, которые могут сыграть роль «узких мест», не позволивших по факту пропустить через себя запланированный объем.

Если анализ планов выявляет объекты или транспортные плечи, коэффициенты загрузки которых приближаются к единице, в рамках

сценарного анализа можно оценить степень влияния изменения интенсивности логистических потоков, подаваемых на вход данных элементов, на пропускную способность всей цепочки поставок. В случае если незначительное колебание приводит к серьезному перераспределению логистических потоков, отрицательно сказывающемуся на прибыльности цепочки поставок, производственное предприятие должно предпринять ряд мер, направленных на снижение риска сбоя поставок по данному объекту или транспортному плечу.

В третьей главе – «Разработка организационной системы производственного планирования на примере сборочного завода, входящего в группу компаний Samsung» – разработана концептуальная и динамическая модели производственно-логистической цепочки поставок завода Samsung, форматы данных, механизм интеграции передачи данных между информационными системами, оценена эффективность внедрения разработанной в рамках диссертационной работы организационной системы производственного планирования.

Организационная система производственного планирования на заводе Samsung предназначена для решения задачи еженедельного расчета производственной программы. Её использование позволяет снизить риски срыва производственного плана и обеспечить возможность быстрого перепланирования при изменении факторов внешней и внутренней среды.

На основе анализа разработанной концептуальной модели цепочки поставок можно сделать вывод, что основные риски срыва производственных планов сосредоточены в подсистеме снабжения, поэтому при разработке оптимизационной модели особое внимание уделено моделированию движения логистических потоков «до» производственного склада комплектующих изделий завода.

Оптимизационная модель цепочки поставок завода Samsung позволяет рассчитать объемы закупок комплектующих изделий для сборки по каждому поставщику, объемы поставок по каждому маршруту доставки и объемы производства готовой продукции и сборочных узлов по каждому цеху с учетом накладываемых производственно-логистических ограничений, а также проанализировать структуру себестоимости готовой продукции.

Максимизация прибыли в качестве целевой функции оптимизации в наибольшей степени отвечает поставленным перед оптимизационной моделью задачам, давая возможность проводить сценарный анализ влияния изменения спроса на готовую продукцию и на финансовый результат завода:

$$P = \sum_i CF_i - \sum_i DF_i \rightarrow \max, \quad (12)$$

где P – прибыль от реализации готовой продукции; CF_i – выручка от реализации готовой продукции в i -м периоде; DF_i – издержки на закупку сырья и комплектующих изделий, производство и реализацию готовой продукции в i -м периоде.

Варьирование периодов поставок между объектами цепочки поставок, которыми в подсистеме снабжения являются поставщик, импортный и экспортный транспортные узлы, импортный таможенный пост, и накладываемых на них ограничений на обработку входящих потоков позволяют анализировать степень влияния изменения внешней среды на состояние транзитных грузов и минимизировать риск срыва поставок.

Ограничения, накладываемые на пропускные способности объектов производственной инфраструктуры (цех литья, цех по производству микросхем, цех сборки, производственные и цеховые склады), позволяют при разработке планов учитывать максимальные объемы производства и хранения и не допускать утверждения заранее невыполнимых планов.

На примере завода Samsung в диссертационной работе показана взаимосвязь статических и динамических данных, описывающих цепочку поставок предприятия сборочного типа, и разработана структура форматов данных, которые позволяют упростить процесс сбора и структурирования данных, снизить риск потери данных, создать СУБД.

Разработанные форматы данных включают в себя семь таблиц со справочной информацией (период, объект, регион спроса, процесс, продукт, партия отгрузки, вид транспорта) и двадцатью тремя полями и десять таблиц с динамическими данными (объект в периоде, процесс на объекте, компоненты процесса, процесс на объекте в периоде, продукт на объекте, продукт на объекте в периоде, транспортное плечо, транспортное плечо в периоде, вид транспорта в периоде, спрос) и семьюдесятью двумя полями в виде плоских таблиц, позволяющих с помощью механизмов интеграции формировать оптимизационную базу данных.

Анализ движения информационных потоков в рамках информационного пространства завода Samsung, проиллюстрированного на рис. 3, позволяет сделать вывод, что большинство данных, необходимых для расчета оптимизационной модели производственно-логистической цепочки поставок, находится в базах данных SAP R/3, GSCM и ITTS и может автоматически передаваться в СУБД через EDI интерфейс.

Эффективность внедрения организационной системы планирования на базе модели цепочки поставок определяется соотношением полученных выгод (эффекта) в виде снижения производственно-логистических затрат в цепочке поставок завода Samsung и затрат, связанных с внедрением данной системы.

Оценка эффективности внедрения разработанной организационной системы производственного планирования позволяет сделать вывод об окупаемости вложенных во внедрение средств в течение года после внедрения, а также о наличии как стоимостного эффекта, выраженного в сокращении производственно-логистических затрат, так и в наличии качественного эффекта, связанного с совершенствованием процесса планирования на производственном предприятии.

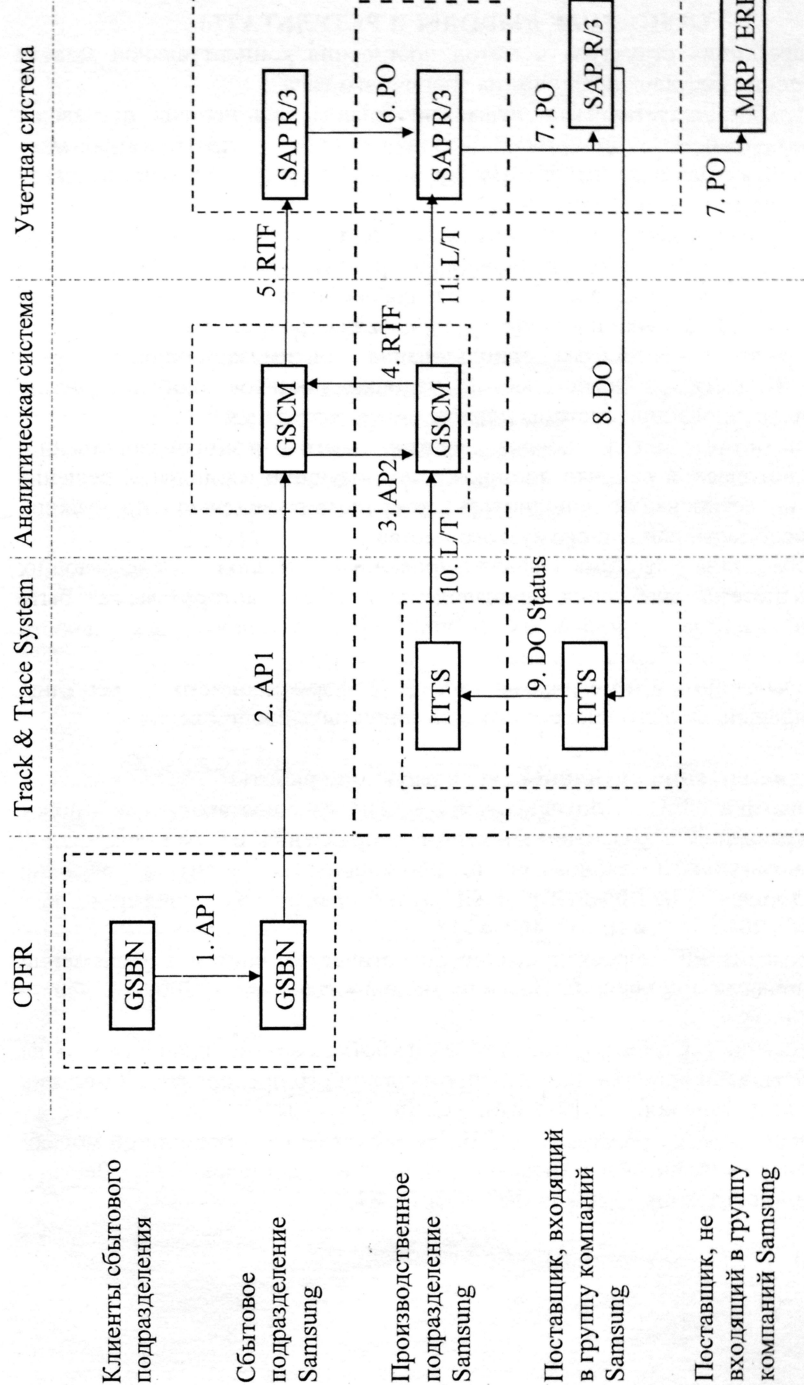


Рис. 3. Информационное пространство завода Samsung

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработана структура и метод построения концептуальной модели цепочки поставок предприятия сборочного типа.
2. Разработана статическая оптимизационная модель цепочки поставок с применением методов целочисленного программирования, позволяющая получить оптимальную конфигурацию цепочки поставок предприятия сборочного типа.
3. Разработана динамическая оптимизационная модель цепочки поставок с применением методов линейного программирования, позволяющая получить оптимальное распределение материальных потоков между объектами цепочки поставок предприятия сборочного типа.
4. Разработан алгоритм использования оптимизационной модели производственно-логистической цепочки поставок при построении сбалансированной системы планов.
5. Разработан метод поиска «узких мест» в производственно-логистической цепочке поставок с последующим принятием решения по инвестированию дополнительных средств в увеличение пропускной способности найденного «узкого места».
6. Разработана система сбалансированных планов, описывающих подсистемы снабжения, производства и сбыта, которая может быть использована в процессах планирования и оценки деятельности предприятия сборочного типа.
7. Разработано интегрированного информационного решения, поддерживающего процесс оптимизационного планирования

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Ханыгина Е.С. Моделирование цепочек поставок как новое направление в развитии концепции управления цепями поставок // Инновационная экономика и промышленная политика региона: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – СПб., 2010. – Том II. – С. 467–470.
2. Ханыгина Е.С. Проектирование логистических систем в управлении цепочками поставок // Вестник машиностроения. – 2009. – №8. – С. 70–74.
3. Ханыгина Е.С., Иванилова А.М. Разработка системы планирования на базе модели цепочки поставок промышленного предприятия // Вестник машиностроения. – 2010. – №6. – С. 88–92.
4. Ханыгина Е.С., Омельченко И.Н. Разработка оптимизационной модели производственно-логистической цепочки поставок // Вестник машиностроения. – 2010. – №7. – С. 77–81.