

УДК 62-50:681.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ТРАНЗИТНЫХ СКЛАДОВ

Е.Н. Хоботов

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5
E-mail: e_khobotov@mail.ru

Е.Е. Аверьянова

ООО «Фирма Резерв-Инвест»
Россия, 101000, Москва, Малый Златоустинский пер., 6, стр. 1
E-mail: ail19@yandex.ru

Ключевые слова: склад, хранение, оптовые партии товаров, управление многономенклатурными запасами, поставки заказов, модели, поток заявок, моделирование работы складов, поставщики

Аннотация: Рассматриваются задачи управления доставками многономенклатурных заказов потребителям от производителей через транзитный склад, который не предназначен для длительного хранения продукции. Для их решения предлагаются методы, с использованием которых осуществляется построение расписаний работ по доставке изготовленных частей заказов на транзитный склад. На складе производится разгрузка прибывших частей заказов, размещение их на складе и хранение до прибытия недостающих частей заказа, а также отправка заказа соответствующему заказчику после его формирования из хранящихся на складе частей.

1. Введение

Задачи управления многономенклатурными заказами в последние годы вызывают повышенный интерес, который обусловлен наличием значительного числа организаций, осуществляющих заказы на поставку продукции и оборудования через транзитные склады.

В качестве таких складов могут использоваться также морские и речные порты с их значительным оборотом продукции. Вообще, задачи управления многономенклатурными запасами вызывают повышенный интерес, который обусловлен наличием значительного числа организаций, осуществляющих доставку, хранение и реализацию больших объемов запасов, что приводит к большим затратам на обеспечение их работы. Такие затраты могут быть существенно сокращены при организации эффективного управления за счет правильного выбора объемов и времени пополнения запасов.

К настоящему времени появилось большое количество публикаций по методам управления, моделированию и анализу работы многономенклатурными складами. Среди этих работ не последнее место занимают работы по исследованию работы транзитных складов [1-5]. В значительной части публикаций по моделированию работы транзитных

складов времена прибытия грузов на склад от производителей и поставщиков рассматривается как случайные величины [3-5].

Информация о таких случайных величинах собирается, обрабатывается и на ее основе формируются данные о характеристиках и параметрах поступающих потоков различных типов грузов, которые используются для моделирования работы транзитных складов.

Предположение о случайном характере поступления грузов на склад определяет направление исследований, используемые методы, получаемые результаты и выдаваемые рекомендации по организации и совершенствованию работы складов. В качестве методов моделирования работы транзитных складов наибольшее распространение получили методы имитационного моделирования [3-5].

В предлагаемом докладе рассматриваются задачи планирования и управления работой многономенклатурных транзитных складов и предлагаются методы их решения, в которых используется другой подход к представлению работы таких складов. В этом представлении полагается, что случайными могут быть заявки, которые поступают на склад от клиентов на приобретение определенной продукции к желаемым срокам. Остальные виды работ должны планироваться и выполняться к назначенным временам, которые вычисляются с учетом поступивших заказов и имеющихся нормативов на выполняемые работы.

2. Постановка задачи

Рассмотрим постановку задачи управления работой многономенклатурного склада транзитного типа, который используется для снабжения потребителей продукцией, выпускаемой разными производителями. Склады такого типа обычно не предназначены для длительного хранения продукции. Основное их назначение состоит в принятии оптовых партий товаров от различных поставщиков или производителей, комплектации из них заказов для отгрузки конкретным заказчикам.

Конкретный заказ содержит определенное количество продукции каждого типа, которая может производиться различными производителями. Заказы на поставку или изготовление определенного количества различной продукции поступают от разных потребителей или клиентов на склад в случайные моменты времени с известной плотностью распределения.

Вместе с заказами клиенты указывают либо у конкретных производителей, у которых хотели бы приобрести заказываемую продукцию, либо заказываемая продукция может быть приобретена у любого производителя из указанной группы производителей. После выбора поставщиков и производителей заказываемой продукции на складе определяют объемы продукции, которые должны быть заказаны у каждого производителя или поставщика для всех клиентов, сделавших заказ на такую продукцию.

На выявленные объемы продукции каждому производителю или поставщику формируют и отправляют заказы с просьбой указать время выполнения заказов и доставки их на склад. На складе эта информация обрабатывается и с указанием времени доставки заказов направляется заказчиком. Если указанное время выполнения заказа устраивает склад и заказчиков, то поставщики получают команду на подготовку и отправку груза, а заказчик на изготовление и отправку изготовленной продукции. Процесс выполнения этих заказов начинается. Если условия выполнения каких-либо заказов не устраивают заказчиков, склад или поставщиков продукции, то по возникшие вопросы обсуждаются и по ним принимаются решения. Такие решения могут быть связаны или с изменением

условий выполнения заказа, заменой поставщиков или изготовителей продукции из заказа, или с изменениями состава заказа, или вовсе в отказе от его выполнения.

После завершения всех согласований по возникшим вопросам и принятия по ним решений начинается исполнение оставшихся заказов при вновь согласованных условиях.

В задаче требуется таким образом выбирать производителей и поставщиков продукции, порядок ее выпуска, время изготовления и время доставки на склад, чтобы с наименьшими отклонениями от желаемого клиентами времени получения поставить им соответствующие заказы.

3. Принципы построения методов управления поступающими грузами

Рассмотрим идеи и принципы построения методов планирования и управления заказами и грузами в задаче, постановка которой приведена в предыдущем пункте.

Пусть задан транзитный склад, который к моменту времени T получил J заказов от своих клиентов на поставку продукции и оборудования. Каждый клиент склада может сделать одновременно или с небольшой разницей во времени несколько заказов, которые выполняются независимо друг от друга. В состав каждого заказа может входить различная продукция и оборудование, которое поставляется разными поставщиками.

Как уже отмечалось выше, каждый l -й заказ p_{il} от i -го заказчика может содержать r_{ij} часть заказа, которую поставляет или возможно еще и производит j -й поставщик.

Будем считать, что каждый поставщик j может оценить время t_{ij} выполнения любой части поступающего к нему заказа r_{ij} . Известно также нормативное время τ_{j0} доставки на склад изготовленной продукции каждым поставщиком j , а также время $\hat{\tau}_{0i}$ доставки собранного на складе заказа i -у заказчику. Доставленная на склад часть какого-либо заказа от поставщика размещается на складе и дожидается там прибытия остальных частей этого заказа от других поставщиков. После доставки на склад всех частей заказ собирается, грузится на транспортные средства и отправляется заказчику.

В докладе, как уже отмечалось выше, предлагается другой подход к планированию работ и управлением многономенклатурными транзитными складами. В этом подходе, который ближе к принципам организации работ на промышленных предприятиях, предлагается считать, что случайными могут быть только заявки, которые поступают на склад от клиентов с заказами на приобретение определенной продукции к желаемым срокам. Остальные виды работ должны планироваться, назначаться и выполняться к определенным срокам, которые вычисляются с учетом имеющихся нормативов.

Для планирования работ предлагается использовать методы теории расписаний и строить расписания выполнения всех заказов производителями. Действительно, после согласования времени t_{ij} выполнения каждым поставщиком или производителем j «своей» части l -го заказа r_{ij} от любого заказчика i может быть сформирована задача упорядочивания работ или построения расписания работ.

Решение данной задачи позволит сократить времена выполнения многих заказов, сократить времена и стоимость хранения различных частей заказов на складе, а также

упорядочить прибытие грузов на склад и работы по разгрузке прибывающих транспортных средств.

Назначение наиболее удобного времени для прибытия транспортных средств от поставщиков на определённые разгрузочные терминалы склада позволит упорядочить работы по разгрузке прибывающих транспортных средств, значительно сократить очереди на разгрузку и, соответственно, простои транспортных средств, ожидающих разгрузки.

Рассмотрим более подробно постановку задачи построения расписания работ на транзитном складе.

Пусть к моменту времени T на транзитный склад поступили J заказов от I заказчиков. От заказчика i ($i = 1, \dots, I$) может поступить L_i заказов, части которых в общем случае могут быть выполнены только разными поставщиками или производителями продукции. Каждый поставщик j ($j = 1, \dots, M$) должен изготовить и отправить на склад r_{ij} часть l -го заказа ($l = 1, \dots, L_i$) для i -го заказчика ($i = 1, \dots, I$). Время t_{ij} выполнения каждым поставщиком или производителем j «своей» части заказа r_{ij} , как уже отмечалось выше, определено. Нормативы времени τ_{j0} движения транспортного средства от места расположения j -го поставщика до склада известны. Нормативы времени, необходимого для разгрузки транспортного средства τ и размещения $\tilde{\tau}$ привезённого груза на складе также известны. Под «своей» частью любого заказа для каждого поставщика здесь понимается та продукция из заказа, которая изготавливается и поставляется этим поставщиком.

Не нарушая общности, будем считать, что все транспортные операции выполняются одним типом транспорта. Такое предположение не носит принципиального характера, но позволит более понятно и ясно излагать предлагаемый метод.

Кроме того, будем считать, что известны стоимость хранения единицы груза на складе в единицу времени, количество единиц груза в каждой части r_{ij} l -го заказа ($l = 1, \dots, L_i$) для i -го заказчика ($i = 1, \dots, I$), которая выполняется поставщиком или производителем j , нормативы времени $\tilde{\tau}$ формирования и погрузки заказа и время $\hat{\tau}_{0i}$ его доставки со склада каждому заказчику i ($i = 1, \dots, I$).

В задаче требуется определить последовательность изготовления каждой части любого заказа поставщиками, которая позволит минимизировать отклонения времени доставки заказов от желаемого клиентами времени получения заказов и при этом сократить стоимость хранения различных частей заказов на складе, а также время ожидания транспортными средствами разгрузки на складе.

Для решения этой задачи предлагается строить расписания работ по изготовлению частей заказов разными поставщиками и производителями. В соответствии с таким расписанием и с учетом времени доставки грузов от поставщиков и производителей до склада формируется последовательность разгрузки транспортных средств на терминалах склада. После разгрузки изготовленные части заказов поступают на склад, где ожидают поступления остальных частей заказа. Как только все части заказа окажутся на складе, производится комплектация заказа и отправка его заказчику.

Поэтому для сокращения времени и стоимости хранения частей заказа на складе предлагается организовывать работы таким образом, чтобы все производители в одной последовательности изготавливали «свои» части поступивших к ним заказов, т.е., если первый производитель изготавливает r_{i1} часть l -го заказа ($l = 1, \dots, L_i$) для i -го заказчика ($i = 1, \dots, I$), то второй – r_{i2} часть того же заказа, третий – r_{i3} часть и т.д. Это позволит

быстрее собрать на складе l -й заказ для i -го заказчика и организовать его доставку. Кроме того, такая организация выполнения заказов позволит избежать больших очередей на складе как при разгрузке транспортных средств, так и при комплектации и отправке заказов клиентам.

Для того чтобы еще сократить времена выполнения заказов необходимо выбрать наиболее подходящую последовательность выполнения заказов, «свою» часть которых в соответствии с этой последовательностью должны изготавливать производители. Для выбора такой последовательности можно использовать методы теории расписаний [6] или строить методы по аналогии с этими методами.

Одними из наиболее известных и эффективных методов построения расписания работ по обработке деталей являются методы, основанные на использовании решающих или приоритетных правил [6]. Приоритетные правила при построении расписаний обработки деталей используются для определения порядка запуска деталей на обработку. После определения порядка запуска деталей по приоритетному правилу производится имитация обработки деталей на оборудовании участка в соответствии с этим порядком и технологией их обработки. Имитация обработки деталей позволяет определить времена начала и окончания обработки каждой детали на всем используемом для обработки оборудовании участка, т.е. построить расписание обработки деталей.

Для получения эффективных расписаний работ обычно строится несколько расписаний, имеющих различные порядки запуска деталей на обработку, которые определяются с помощью разных правил, и из них по заданному критерию выбирается лучшее расписание.

По таким же принципам предлагается строить расписание выполнения заказов, в котором будут определяться времена изготовления частей всех заказов различными производителями, времена их доставки, разгрузки, размещения на складе, хранения, формирования из них заказов и доставки их заказчикам. Однако в этом случае решающие правила должны строиться на основе других принципов и будут отличаться от правил, используемых в машиностроении.

В качестве примеров приоритетных или решающих правил для построения расписаний выполнения заказов производителями можно привести следующие правила:

- 1) Если желаемое заказчиком время выполнения заказа наступает раньше, чем у других заказов, то этот заказ выполняется раньше.
- 2) Если максимальное время выполнения какой-либо части заказа меньше, чем максимальные времена выполнения частей других заказов, то этот заказ выполняется раньше.
- 3) Если в заказе количество частей, которое изготавливается разными производителями, меньше, чем в других заказах, то этот заказ выполняется раньше.

В качестве критериев, по которым может оцениваться построение расписаний изготовления заказов могут использоваться, например, следующие.

- 1) Минимизация времени доставки заказов определенным заказчикам.
- 2) Минимизация задержек в доставках определённых заказов заказчикам к назначенным срокам.
- 3) Минимизация времени и стоимости хранения частей заказов на складе в течение времени доставки заказов клиентам.

4. Заключение

Построение расписаний изготовления и доставки заказов позволит сократить сроки выполнения заказов, сократить затраты и время хранения продукции на складе, упоря-

дочить разгрузку транспортных средств на складе, а также минимизировать задержки в доставке заказов заказчикам к назначенным срокам.

Список литературы

1. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика. Интегрированная цепь поставок. М: Олимп-Бизнес, 2006. 640 с.
2. Джонсон Д., Вуд Д., Вордлоу Д., Мерфи П. Современная логистика. М: Издательский дом «Вильямс», 2002. 624 с.
3. Киндинова В.В. Имитация, анализ и реинжиниринг операционных процессов складского комплекса авиазапчастей // Вестник Московского Авиационного Института. 2012. Т. 19, № 3. С. 212-220.
4. Киндинова В.В., Шебеко Ю.А. Имитационное моделирование бизнеспроцессов управления товарными потоками многономенклатурного склада авиазапчастей // Вестник Московского Авиационного Института. 2013. Т. 20, № 1. С. 170-178.
5. Киндинова В.В. Модель анализа проблем объекта складской логистики в авиации // Труды МАИ, 2017. № 94.
6. Bruker P. Scheduling Algorithms. Leipzig: Springer, 2007.