

Кочурко А.Н., Антонюк Я.С., Кочурко П.А.

**КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ
ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

*Рекомендовано к изданию Советом Брестского
государственного технического университета*

Брест 2010

УДК 330.145/45

ББК 65.291.572

К 75

Печатается по решению Совета Брестского государственного технического университета (протокол № 8 от 5.07. 2010 г.)

Рецензенты:

кафедра экономики строительства Белорусского национального
технического университета, зав. кафедрой **О. С. Голубова**;
профессор Брестского государственного университета имени
А. С. Пушкина д. э. н., профессор **О.А. Высоцкий**.

Кочурко А. Н., Антонюк Я. С, Кочурко П. А.

К 75 Комплексное управление оборотными активами предприятия на основе логистического подхода. Монография. – Брест: издательство БрГТУ, 2010. – 174 с.

ISBN 978-985-493-165-4

В монографии изложены методы формирования механизма планирования материальных запасов и запаса денежных средств предприятия на основе логистического подхода, позволяющего управлять материальными запасами в комплексе с запасом денежных средств, при обеспечении платежеспособности и максимизации рентабельности активов предприятия.

Для специалистов по логистике, научных работников, работников планово-экономических служб предприятий, органов государственного управления, Может быть полезна студентам, магистрантам, аспирантам, занимающимся изучением проблем оптимизации норматива оборотных средств.

ISBN 978-985-493-165-4

© Коллектив авторов, 2010

© Издательство БрГТУ, 2010

Содержание

Введение	5
Глава 1. Теория и практика управления оборотными активами и источниками их покрытия на предприятии	9
1.1. Практика управления оборотными активами на предприятиях	9
1.2. Теории управления оборотными активами	13
1.3. Целевые функции, используемые при управлении оборотными активами	27
1.4. Основные недостатки теории и практики управления оборотными активами	32
Глава 2. Управление процессами изменения оборотных активов, текущих пассивов во времени	38
2.1. Зависимость между изменением составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени и параметрами управления этими процессами	38
2.2. Стратегии финансирования оборотных активов	50
Глава 3. Финансовый результат от функционирования оборотных активов	56
3.1. Ожидаемый финансовый результат от функционирования оборотных активов	56
3.2. Доходы и издержки от функционирования денежных средств	58
3.3. Издержки от функционирования материальных запасов	59
3.4. Аннуитетный поток от функционирования оборотных активов	64
Глава 4. Целевые функции для управления оборотными активами	65
4.1. Максимизация эффекта от производственно-хозяйственной деятельности предприятия	65
4.2. Максимизация эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия	66
4.3. Минимизация вероятности банкротства	67
4.4. Максимизация прибыли при ограничении вероятности неплатежеспособности (банкротства)	69
4.5. Комплексная целевая функция	70
Глава 5. Система управления оборотными активами и источниками их покрытия	73
5.1. Система управления материальными оборотными активами	75
5.2. Система управления запасом денежных средств.	78
5.3. Управляющая подсистема	81
5.4. Планирование материальных оборотных активов и запаса денежных средств	83
Глава 6. Управление материальными оборотными активами и источниками их покрытия в условиях статического спроса	85
6.1. Управление материальными оборотными активами и источниками их покрытия при детерминированном спросе в многоуровневой многопродуктовой системе	85

6.2. Управление материальными оборотными активами и источниками их покрытия при стохастическом спросе в многоуровневой многопродуктовой системе	96
Глава 7. Модель комплексного управления оборотными активами и источниками их покрытия к условиям динамического спроса	105
7.1. Изменение составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени в условиях динамического спроса	105
7.1.1. Изменение материальных запасов во времени	105
7.1.2. Изменение расчетов во времени	108
7.1.3 Изменение дебиторской и кредиторской задолженности во времени	111
7.1.4. Изменение запаса денежных средств во времени	112
7.2. Метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов и выбор целевых функций для управления оборотными активами в условиях динамического спроса	114
7.2.1. Финансовый результат от функционирования оборотных активов	114
7.2.2. Доходы и издержки от функционирования денежных средств	116
7.2.3. Издержки от функционирования материальных запасов	117
7.2.4. Целевые функции для управления оборотными активами	119
7.3. Алгоритмы оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия в условиях динамического спроса при применении “толкающей” системы управления производством	120
Глава 8. Модель программной системы, реализующей методы оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия	129
8.1. Назначение системы	129
8.2. Структура программного обеспечения	129
8.3. Реализация системы	133
8.3.1. Модуль предварительной обработки данных	133
8.3.2. Модуль оптимизации	136
8.3.3. Модуль анализа и планирования	137
Заключение	139
Список использованных источников	145
Принятые сокращения	158
Термины и определения	159
Приложения	161

ВВЕДЕНИЕ

На настоящем этапе развития экономики Республики Беларусь множество предприятий остро ощущают дефицит оборотных активов. Одной из основных причин этого дефицита является отсутствие эффективного механизма управления оборотными активами на предприятиях.

Планирование оборотных активов на предприятиях Республики Беларусь осуществляется в данный момент на основании методики нормирования оборотных средств, методики бизнес-планирования или в соответствии с методикой бюджетирования. Основным недостатком всех вышеперечисленных практических методик заключается в отсутствии ясной цели планирования оборотных активов. Другими словами, при планировании оборотных активов, не используется ни один из критериев эффективности, поэтому утверждать, что планирование призвано определить оптимальную потребность в оборотных активах, нельзя. Ведь для нахождения оптимальной потребности в оборотных активах необходима, прежде всего, цель (целевая функция). Кроме этого, если предположить применительно к методике нормирования оборотных средств, что в базовом периоде предприятие неэффективно использовало оборотные средства, то незачем переносить эти данные и на плановый период, скорректировав их только на прогнозируемый объем производства. В результате, пользуясь методикой нормирования оборотных средств, мы заранее планируем неэффективное их использование согласно принципу “планирования от достигнутого”.

В отличие от всех предыдущих методик, система планирования потребностей в материалах MRP, которая входит в систему планирования ресурсов предприятия ERP, имеет в своей основе цель (целевую функцию). В качестве целевой функции используется условие минимизации средних издержек в единицу времени по управлению запасами, что соответствует основной цели предприятия – максимизации прибыли. Основным же недостатком методики планирования ресурсов предприятия ERP заключается в том, что оптимальный размер заказа определяется без учета конкретных источников финансирования.

В мировой экономике существует множество теоретических моделей управления оборотными активами. Многие из этих моделей предназначены для управления лишь одной из составляющих оборотных активов (запасами, дебиторской задолженностью, денежными средствами), однако есть и модели, предназначенные для комплексного управления несколькими составляющими оборотных активов (например, запасами и денежными средствами). Однако не существует моделей управления оборотными активами, которые рассматривали бы управление всеми составляющими оборотных активов и текущих обязательств в комплексе (в зависимости друг от друга). Отсутствие таких моделей значительно снижает эффективность управления.

Анализ эффективности использования оборотных средств зачастую сводится к определению коэффициентов оборачиваемости, которые в принципе не являются экономическими показателями эффективности, ведь основная цель

предприятия – максимизация прибыли. Поэтому если бездумно действовать в угоду принципу – повышение коэффициента оборачиваемости повышает эффективность использования оборотных средств, то можно в результате прийти к снижению прибыли и рентабельности, хотя и обеспечить повышение платежеспособности предприятия. Выявленные же в результате анализа эффективности использования оборотных активов недостатки не могут быть исправлены из-за отсутствия конкретной методики по улучшению управления оборотными активами.

В условиях сложившейся экономической ситуации в Республике Беларусь необходимо наличие такой методики оптимизации управления оборотными активами, которая позволяла бы управлять всеми составляющими оборотных активов в комплексе (в зависимости друг от друга), при стремлении к максимальной эффективности и обеспечению платежеспособности. Именно подход к управлению оборотными активами с финансовой точки зрения в зависимости от финансовой ситуации на предприятии и обеспечит наибольшую эффективность. Ведь даже в системе ERP управление производственными запасами не ставится в зависимость от финансовой ситуации на предприятии, что и открывает необходимое поле деятельности для дальнейших исследований в данной области.

Авторами разработана методика оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия на предприятии, которая включает:

- Зависимость между изменением составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени и параметрами управления этими процессами, которая позволяет определить связь между изменением материальных оборотных активов (материальных запасов) во времени и размерами заказов, точками заказов, размерами производственных партий, точками возобновления производственного процесса. Таким образом, изменение материальных оборотных активов во времени в условиях заданной логистической концепции для многостадийного многопродуктового производства зависит от стратегии управления материальными запасами и характера спроса на готовую продукцию. В свою очередь изменение запаса денежных средств во времени также зависит от размеров заказа, точек заказа, размеров производственных партий, точек возобновления производственного процесса, поскольку изменение запаса денежных средств во времени связано с изменением материальных оборотных активов. Кроме этого, изменение запаса денежных средств во времени зависит и от периода расчетов с поставщиками (от изменения дебиторской и кредиторской задолженностей), от величины альтернативных вложений, от финансовой ситуации, сложившейся на начало периода (от изменения чистых оборотных активов). Отличительной особенностью метода является установление функциональной зависимости между изменением материальных оборотных активов и изменением запаса денежных средств во времени, чему в традиционных методах управления запасами уделяется мало внимания. Такой подход позволяет более точно определять издержки и доходы от логистических операций.

- Метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов, который позволяет установить связь между параметрами управления изменением материальных оборотных активов во времени и параметрами управления изменением запаса денежных средств. Согласно предлагаемому методу, финансовый результат от функционирования оборотных активов учитывает доходы от хранения депозитных вкладов, потери от хранения денежного баланса, издержки заказов и наладок, издержки хранения запасов, транспортные издержки, финансовые издержки за пользование кредитом, потери от инфляции и, таким образом, объединяет логистические издержки и доходы в сферах снабжения, производства и сбыта. Отличительной особенностью метода является то, что финансовый результат от функционирования оборотных активов зависит от финансовой ситуации, сложившейся на предприятии, в результате чего оптимальные параметры управления изменением запасов во времени будут отличаться в условиях финансово-устойчивого предприятия и предприятия на грани банкротства, что позволит повысить эффективность управления материальными оборотными активами.

- Целевые функции для управления оборотными активами и источниками их покрытия, включающие как показатели вероятности банкротства предприятия, так и разработанные авторами совокупность критериев оптимальности и предложенных ограничений (авторские целевые функции). Авторские целевые функции сочетают максимизацию прибыли и обеспечение приемлемой платежеспособности предприятия. Отличительной особенностью предлагаемых целевых функций является объединение двух основных целей управления материальными оборотными активами, что позволяет предприятию не только максимизировать эффективность (эффект) производственно-хозяйственной деятельности, но и ограничить вероятность наступления неплатежеспособности (банкротства) предприятия. Кроме этого, разработана комплексная целевая функция для управления оборотными активами и источниками их покрытия, которая комбинирует вышеперечисленные целевые функции и предлагает использование той или иной из них в зависимости от финансовой ситуации, сложившейся на предприятии. Предлагаемая комплексная целевая функция позволяет изменять цели управления материальными оборотными активами (минимизация риска неплатежеспособности, максимизация рентабельности активов, максимизация прибыли при обеспечении нормативной платежеспособности) в зависимости от изменения финансовой ситуации на предприятии, что способствует более гибкому управлению материальными оборотными активами.

Разработанная авторами методика управления оборотными активами и источниками их покрытия показала хорошие результаты на построенной математической модели. В то же время комплексный подход к вопросу, влекущий за собой большую сложность вычислений, не позволит эффективно применять данную методику без соответствующей системы автоматизации.

Данная работа обобщает результаты научно-исследовательской работы "Разработка методики оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия на предприятии", выполненной в рамках государственной комплексной программы научных исследований на 2006-2010 годы «Теоретико-методологические основы устойчивого инновационного развития социально-ориентированной экономики Республики Беларусь» (ГКПНИ «Экономика и общество») на кафедре экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета под руководством к.э.н., доцента А.Н. Кочурко.

Книга написана коллективом авторов под общей редакцией канд. экон. наук, доцента Кочурко А.Н. Главы 1- 7 написаны Антонюком Я.С., глава 8 – Кочурко П.А. Авторский коллектив высказывает свою искреннюю благодарность всем специалистам, оказывавшим поддержку в подготовке монографии.

Заинтересованных читателей, работающих над проблематикой данной книги, с вопросами, замечаниями, предложениями просьба обращаться:

Кочурко Анатолий Николаевич

Контакт: моб. телефон МТС +375 297 20 39 28 E-mail: ankochurko@biz.by.

Антонюк Ярослав Степанович

Контакт: моб. телефон МТС +375 295 29 08 53 E-mail: yoantoniuk@mail.ru.

Кочурко Павел Анатольевич

Контакт: моб. телефон МТС +375 297 20 21 22 E-mail: paulermo@gmail.com.

ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИХ ПОКРЫТИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Оборотные активы – самая детализированная часть активов, и её анализ, и планирование являются главной составляющей экономического анализа.

Основными составляющими оборотных активов можно считать запасы (материальные оборотные активы), дебиторскую задолженность и денежные средства. Одной из основных составляющих оборотных активов являются запасы (материальные оборотные активы), которые в свою очередь включают в себя: сырье и материалы, незавершенное производство, готовую продукцию.

Управление оборотными активами заключается в воздействии на величину и структуру оборотных активов для обеспечения долгосрочной производственной и эффективной финансовой деятельности предприятия. Основная цель управления оборотными активами – обеспечение эффективности производственно-хозяйственной деятельности и платежеспособности предприятия. Основные задачи управления оборотными активами – определение потребности в оборотных активах; формирование структуры оборотных активов по источникам финансирования, по стадиям кругооборота и по уровням ликвидности.

1.1. Практика управления оборотными активами на предприятиях

Порядок нормирования оборотных средств в административно-плановой экономике. При административно-плановой экономике в СССР планирование оборотных средств на предприятиях осуществлялось с помощью норм. Правда, расчет этих норм производили по разным методическим документам, а рекомендуемые в них подходы к определению норм и алгоритмы значительно различались между собой. При этом оборотные средства подразделялись на нормируемые (материалы, незавершенное производство, готовая продукция, расходы будущих периодов) и ненормируемые (товары отгруженные, денежные средства, дебиторская задолженность).

В общем, для определения нормативов по отдельным статьям (сырье и материалы, незавершенное производство, готовая продукция) использовалось выражение следующего вида

$$H_{M(нп, гп)} = C_{M(нп, гп)} \cdot T_{M(нп, гп)}, \quad (1.1)$$

где $H_{M(нп, гп)}$ – норматив оборотных средств по сырью и материалам (незавершенному производству, готовой продукции) соответственно, руб;

$C_{M(нп, гп)}$ – планируемый однодневный расход материалов (однодневный выпуск товарной продукции по производственной себестоимости при вычислении нормативов оборотных средств по незавершенному производству и готовой продукции), руб/дн.;

$T_{M(нп, гп)}$ – норма запаса, дн.

Мы не будем подробно рассматривать расчет нормы запаса по отдельным статьям (сырье и материалы, незавершенное производство, готовая продукция), так как существует довольно много вариантов ее вычисления. Однако отметим здесь, что вычисление нормы запаса проводится на основании данных за базовый (прошедший) период, согласно объемам и интервалам поставок или отгрузок.

Впрочем, и после 1991 г. методика нормирования оборотных средств применялась на государственных предприятиях стран СНГ. Так, Министерством экономики Украины и Министерством финансов Украины разработан “Типовой порядок определения норм запасов товарно-материальных ценностей”, Министерством промышленности Республики Беларусь приказом № 225 от 9 июля 1998 г. и Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь приказом № 285 от 13 ноября 1998 г. утверждена “Методика нормирования собственных оборотных средств государственных промышленных предприятий”. Вышеприведенные методики полностью повторяют методику нормирования оборотных средств, принятую в СССР.

Методика бизнес-планирования оборотных активов. В настоящее время в Республике Беларусь расчет потребности в чистых оборотных активах входит в состав бизнес-плана развития производства. Расчет потребности в чистых оборотных активах производится промышленными предприятиями на основании “Правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов”, утвержденных приказом Министерства экономики Республики Беларусь №158 от 31 августа 2005 года.

В рекомендациях оборотные активы уже не подразделяются на нормируемую и ненормируемую составляющие. Другими словами, планированию подвергаются все составляющие материальных запасов и дебиторская задолженность, и, кроме этого, планируются также и источники покрытия оборотных активов (кредиторская задолженность, краткосрочные кредиты). Причем планирование происходит отдельно по всем составляющим текущих активов и пассивов, а затем определяется общая стоимость текущих активов и пассивов. Стоимость оборотных активов и источников их покрытия также определяется при помощи выражения (1.1), но в отличие от методики нормирования оборотных средств норма запаса обязательно определяется на основании статистических данных базового периода (нормативный метод), а может приниматься с учетом достижения планируемых показателей (расчетно-аналитический метод). Однако сам процесс определения количества дней покрытия в рекомендациях не изложен.

Существенным недостатком методики, изложенной в правилах, при расчете потребности в чистом оборотном капитале по кварталам (месяцам), является зависимость стоимости оборотных активов в текущем периоде только от затрат или выручки в текущем периоде. Ведь очевидно, что запас материалов на начало текущего периода зависит от материальных затрат текущего периода, тогда как запас материалов на конец текущего периода, зависит уже от материальных затрат периода, следующего за текущим. Поэтому средний запас материалов в текущем периоде зависит как от материальных затрат текущего периода, так и от материальных затрат периода следующего за текущим.

Методика бюджетирования. Бюджетирование – это процесс планирования будущей деятельности предприятия, результаты которого оформляются системой бюджетов. Бюджет – это количественное воплощение плана, характеризующее доходы и расходы на определенный период, и капитал, который необходимо привлечь для достижения заданных планом целей.

Так же как и при бизнес-планировании бюджетированию подвергаются все составляющие оборотных активов и источников их покрытия. Планирование производственных запасов осуществляется в бюджете производственных запасов, планирование дебиторской задолженности в графике ожидаемых денежных средств, планирование кредиторской задолженности в графике оплаты приобретенных материалов, графике погашения задолженности по оплате труда. Принципиально планируемые величины оборотных активов и источников их покрытия при бюджетировании определяются при помощи того же метода, что и при бизнес-планировании. Однако, в отличие от методики бизнес-планирования, при использовании методики бюджетирования запланированные величины оборотных активов и источников их покрытия в текущем периоде зависят как от затрат (выручки) текущего периода, так и от затрат (выручки) периодов, следующих за текущим.

На основании расчета планируемых величин оборотных активов и источников их покрытия составляется бюджет денежных средств. Бюджет денежных средств составляется в следующей последовательности: прогнозирование денежных поступлений по периодам; прогнозирование оттока денежных средств по периодам; расчет чистого денежного потока (излишек/недостаток) по периодам; определение совокупной потребности в краткосрочном финансировании в разрезе периодов. Смысл определения совокупной потребности в краткосрочном финансировании заключается в определении размера краткосрочной банковской ссуды по каждому периоду, необходимой для обеспечения прогнозируемого денежного потока. Другими словами, если в результате расчета чистого денежного потока получен недостаток денежных средств в некотором периоде, то его необходимо компенсировать краткосрочной банковской ссудой, так чтобы денежный поток стал положительным.

Методика планирования ресурсов предприятия (MRP II, ERP). Одними из наиболее распространенных методик управления производством и распределением являются системы планирования потребностей в материалах MRP, планирования производственных ресурсов MRP II, планирования ресурсов предприятия ERP – это первое, второе и третье поколение средств, разработанных в США, которые позволяют предприятиям лучше управлять своими производственными системами. При этом в системы MRP II и ERP входит модуль MRP.

Модуль MRP служит для оптимального управления материальными запасами, причем, с точки зрения MRP оптимальными запасами считаются такие запасы, при которых затраты на движение товарно-сырьевого потока и содержание запасов будут минимальными. Цель MRP – с помощью эффективных технологий свести к минимуму расходы и затраты системы логистики. Формула определения оптимального размера заказа и модель, основанная на этой формуле,

ставшей классической в системе MRP, была разработана Ф.У. Харрисом в 1913 г. [126], но широкую известность приобрела благодаря Р.Х. Уилсону [150]. Кроме того, эта модель известна и под другим названием – модель экономичного размера заказа EOQ. Модель имеет четыре входных параметра: потребность в ресурсах (спрос), цена единицы ресурса, затраты на выполнение заказа и затраты на хранение товара. Выходом модели является размер заказа на единовременную поставку, определяемый на основе поиска минимального значения функции средних совокупных издержек. Данная модель проста и эффективна, поэтому стала применяться многими зарубежными предприятиями. Следует отметить, что модель EOQ применяется только при статических входных параметрах (главным образом имеется в виду величина спроса), при динамических входных параметрах применяются модели динамического размера заказа (Dynamic Lot Sizing, DLS): Wagner-Whitin algorithm (WWA), Part Period Balancing (PPB), Least Unit Cost (LUC), Period Order Quantity (POQ), Silver-Meal algorithm (SMA) и др. [46, с. 486-493], [93, с. 188-192].

В систему ERP входит также и модуль планирования финансовых потребностей FRP. После определения оптимальных размеров заказов и уровней производственных запасов при помощи модуля FRP планируются источники покрытия финансовых потребностей и составляется финансовый план.

MRP и MRP II являются базовыми микрологистическими системами, основанными на логистической концепции “Планирование потребностей/ресурсов” RP [46, с. 467-493], [50, с. 111-125], [93, с. 157-173]. RP – это современная концепция построения логистической системы в производстве, снабжении и сбыте, основанная на планировании наличия необходимых компонентов продукции в нужном месте в установленное время и в требуемом количестве для наиболее полного удовлетворения зависимого спроса на них, а, следовательно, и независимого рыночного спроса на готовую продукцию. Концепцию RP часто противопоставляют логистической концепции “точно в срок” JIT [46, с. 445-465], [50, с. 102-111].

Логистическая концепция JIT появилась в конце 50-х годов в Японии, когда компания “Тоета Моторс” начала активно внедрять микрологистическую систему KANBAN. JIT – это современная концепция построения логистической системы в производстве, снабжении и сбыте, основанная на синхронизации процессов доставки материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции в необходимых количествах к тому времени, когда в них нуждаются, с целью минимизации затрат, связанных с запасами [50, с. 102].

Логистическая концепция JIT по отношению к управлению запасами характеризуется следующими основными чертами: минимальными запасами; короткими производственными циклами; небольшими объемами производства готовой продукции и пополнения запасов; взаимоотношение по закупкам с небольшим количеством надежных поставщиков и перевозчиков. Учитывая вышесказанные основные черты JIT, можно сказать, что эффективность данной системы обусловлена, в первую очередь, снижением затрат на хранение запасов, особенно в результате общего снижения затрат на содержание производ-

ственных и складских площадей. Тесные взаимоотношения с поставщиками позволяют снизить издержки заказов, но следует отметить, что частично издержки заказов могут входить в цену материальных ресурсов. С другой стороны, транспортировка сравнительно небольших партий материальных ресурсов приводит к увеличению транспортных затрат, что необходимо учитывать при внедрении системы ЛТ. Отметим, что система ЛТ начинает давать сбои при колебаниях спроса свыше $\pm 10\%$ агрегатного плана.

В 80-х годах была создана комбинированная система MRP II+, где для планирования и прогнозирования спроса, сбыта и закупок использовалась система MRP II, а система KANBAN – для оперативного управления производством.

1.2. Теории управления оборотными активами

Задача оптимизации величины и структуры оборотных активов и источников их покрытия имеет первостепенную важность. Так как же решается данная задача в финансовом менеджменте? В теории финансового менеджмента [34], [53], [56] управление оборотными активами предприятия рассматривается в основном как управление отдельными его составляющими (запасами, денежными средствами, дебиторской задолженностью) независимо друг от друга. Для оптимизации величины каждой из составляющих оборотных активов существуют свои методы и модели. Однако есть и небольшое количество работ, в которых рассматривается управление составляющими оборотных активов в комплексе. На рис. 1.1 приведена классификация теорий управления составляющими оборотных активов, разработанная автором на основании обзора литературы.

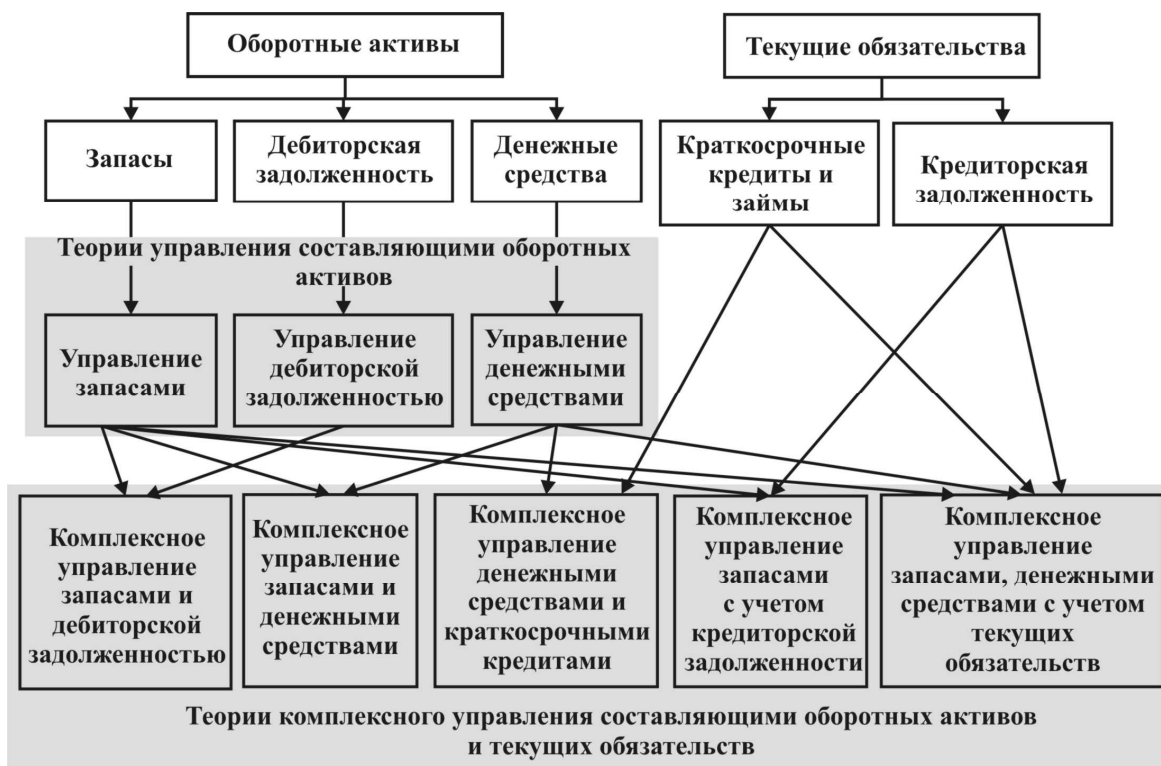


Рисунок 1.1 – Классификация теорий управления оборотными активами

Теория управления запасами. Виртуально каждую коммерческую организацию можно классифицировать как логистическую цепь (Supply Chain) – организацию, которая поставляет продукцию или услуги через цепь различных видов оборудования, выполняющего отдельные функциональные стадии процесса производства. Логистическую цепь, в общем случае, можно охарактеризовать как сеть мощностей (предприятий и фирм), которые выполняют функции снабжения материалами, преобразования данных материалов в полуфабрикаты и готовую продукцию, распределения готовой продукции покупателям. Эффективное управление логистической цепью (Supply Chain Management, SCM) может улучшить уровень обслуживания покупателей, сократить излишние запасы и издержки в логистической цепи. Согласно научной литературе проблема управления логистической цепью напрямую связана с проблемой управления запасами в производственно-распределительной сети и может быть классифицирована в зависимости от количества мощностей (предприятий и фирм), количества уровней хранения запасов, количества продуктов, ограничения мощностей, характеристики спроса, что и представлено на рис. 1.2 [157].

Нас, прежде всего, будет интересовать проблема управления логистической цепью в отношении отдельно взятого предприятия.

В таблице 1.2 приведены модели управления материальными запасами для одного предприятия в условиях статического (детерминированного и стохастического) спроса.

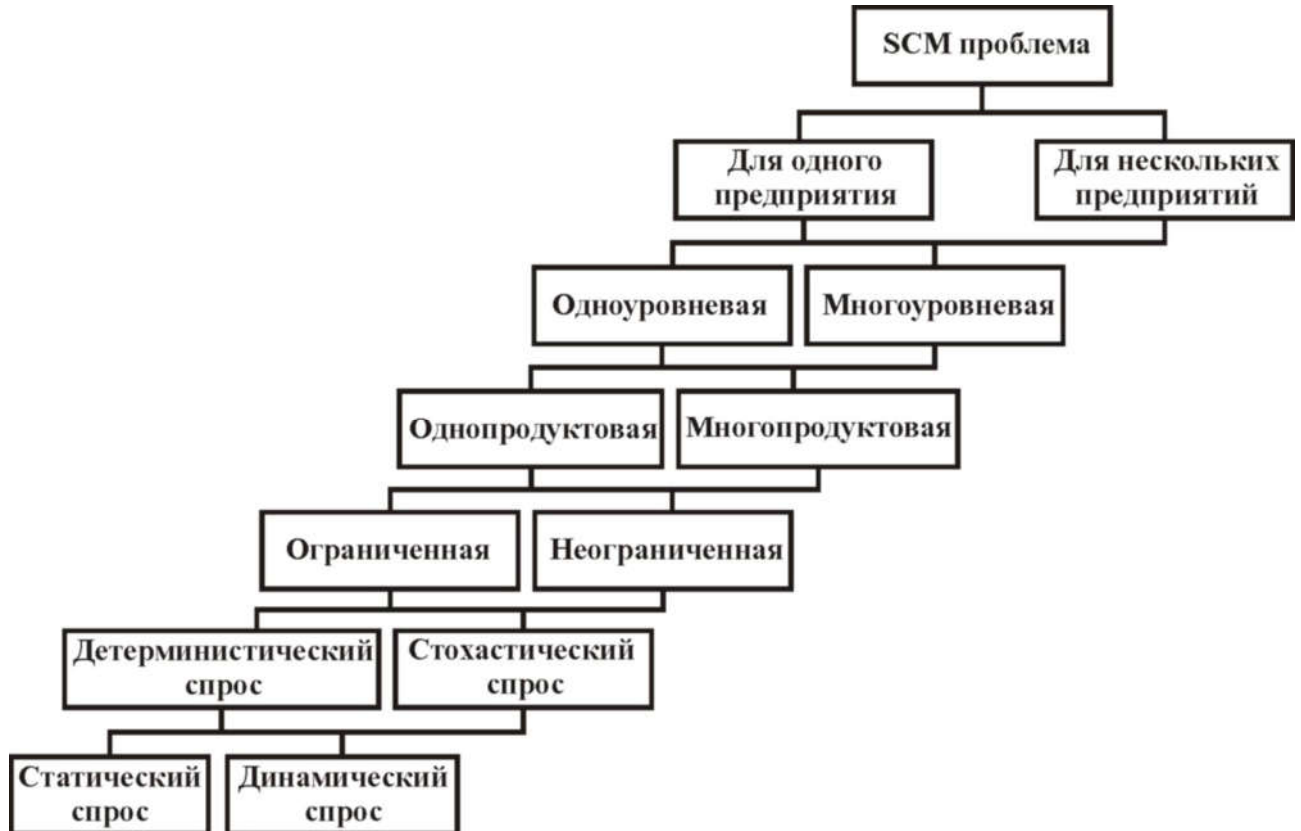


Рисунок 1.2 – Классификация SCM проблемы

Таблица 1.2 – Модели управления запасами в условиях детерминированного статического спроса

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Одноуровневая система	
Неограниченная однопродуктовая	
<i>При детерминированном статическом характере спроса</i>	
Харрис Ф.У. (Harris F.W.) [126] 1913 г.; Уилсон Р.Х. (Wilson R.H.) [192] 1934 г.; Эрроу К.Дж. и др. (Arrow K.J. et. al.) [80] 1951 г.	Модель EOQ является основной математической моделью для управления запасами. В модели EOQ минимизируются средние издержки хранения запасов, которые берутся прямо пропорциональными объему этих запасов и времени хранения, и издержки, связанные с заказом, которые постоянны для каждого заказа и не связаны с объемом заказа.
см. [25, с. 161-162], [44, с. 295-296], [46, с. 412], [51], [55, с. 181-185]	Модель EPQ является разновидностью модели EOQ, но в отличие от последней, пополнение запасов происходит в течение некоторого промежутка времени, а не мгновенно, и вместо издержек заказа рассматриваются издержки наладки.
см. [25, с. 161-162], [44, с. 296-297], [55, с. 181-185]	Модель EOQ с учетом дефицита. В дополнение к вышерассмотренным издержкам добавляются издержки дефицита, которые несет организация в связи с отсутствием запаса на складе.
см. [25, с. 172-176], [44, с. 304-305], [46, с. 412-414], [51], [55, с. 186-188]	Модель EOQ с учетом изменения цены товара (при наличии скидок при закупке больших партий товара). Скидки на приобретаемый товар тем больше, чем больше партия заказа, следовательно, стоимость единицы товара уменьшается скачкообразно по мере роста партии заказа.
<i>При стохастическом статическом характере спроса</i>	
Эрроу К.Дж. и др. (Arrow K.J. et. al.) [80] 1951 г.; Вагнер Х. (Wagner H.) [26] 1972 г.; Рослинг К. (Rosling K.) [104] 1999г.	В данных моделях спрос в единицу времени рассматривается как некоторая стохастическая величина. Учитываются издержки хранения запасов, издержки заказа и издержки дефицита. В результате получается несколько видоизмененная формула EOQ.
см. [6] 1973 г.; Рослинг К. (Rosling K.) [158] 2002г.	Наряду со стохастическим спросом в модель дополнительно вводится и стохастическое время выполнения заказа.
Неограниченная многопродуктовая	
<i>При детерминированном статическом характере спроса</i>	
см. [55, с. 189-191]	Неограниченная классическая многопродуктовая модель рассматривает запасы различных товаров независимо друг от друга. Поэтому размер заказа каждого вида товара определяется по формуле EOQ.
Ван Эйджс М.Дж.Г. и др. (Van Eijs M.J.G. et. al.) [186], 1992 г.; Вилдеман Р.Е. и др. (Wildeman R.E. et. al.) [191], 1997 г.	Модель EOQJR строится на предположении, что при одновременном заказе различных видов продуктов издержки заказа не зависят от количества видов заказываемых продуктов. Т.о. в основе модели EOQJR лежат такие же предположения, что и в основе модели EOQ, за исключением предположений относительно издержек заказа. Эта система основана на выборе совместной частоты пополнения различных видов запасов, при которой совокупные средние издержки были бы минимальными.

Продолжение таблицы 1.2

Ограниченная многопродуктовая	
<i>При детерминированном статическом характере спроса</i>	
см. [25, с. 163-167], [44, с. 437-441], [55, с. 191-194]	Ограничения, накладываются размером капитала. Другими словами, суммарная стоимость запасов не может превышать определенной величины, таким образом, на целевую функцию (минимизация совокупных издержек по управлению запасами) накладывается ограничение.
см. [25, с. 167-172], [114]	Ограничения, накладываемые планом выпуска продукции при производстве нескольких видов продукции на одном оборудовании. Необходимо чтобы спрос на продукцию удовлетворялся полностью в течение производственного цикла. Таким образом, на целевую функцию накладывается ограничение – суммарное время наладки и операционное время не должны превышать времени потребления отдельных видов продукции.
Многоуровневая система	
Неограниченная многопродуктовая	
<i>При детерминированном статическом характере спроса</i>	
Карими И.Э. (Karimi I.A.) [133] 1992 г.; см. [181, с. 112-135]	Рассматривается простой производственный процесс, т.е. из одного вида сырья изготавливается один вид готовой продукции. Совокупные издержки по управлению запасами состоят из издержек хранения и издержек наладки. Размеры заказов на различных стадиях производства могут быть как произвольной величины, так и величиной, кратной размеру заказа на предыдущем уровне. Результат представляет собой модифицированную формулу EPQ.
Максвелл У.Л. и Макс-тэйт Дж.Э. (Maxwell W.L. and Muckstadt) [147], 1984 г.; Джэксон П.Л. и др. (Jackson P.L. et. al.) [131], 1988 г.	Рассматривается общий производственный процесс, т.е. из нескольких видов сырья изготавливается несколько видов готовой продукции. Совокупные издержки по управлению запасами также состоят из издержек хранения и издержек наладки. Интервалы заказа на различных стадиях производства принимаются кратными продолжительности планового периода.
Ограниченная многопродуктовая	
<i>При детерминированном статическом характере спроса</i>	
Максвелл У.Л. и Макс-тэйт Дж.Э. (Maxwell W.L. and Muckstadt) [147], 1984 г.; Джэксон П.Л. и др. (Jackson P.L. et. al.) [131], 1988 г.	Ограничения накладываются планом выпуска продукции при производстве нескольких видов продукции на одном оборудовании.

В таблице 1.3 приведены модели управления материальными запасами для одного предприятия в условиях детерминированного динамического спроса.

Таблица 1.3 – Модели управления запасами в условиях динамического спроса

Название моделей управления запасами	Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Одноуровневая система		
<i>Неограниченная однопродуктовая</i>		
Wagner-Whitin (WW)	Вагнер Х. и Витин Т.М. (Wagner H. and Whitin T.M.) [188] 1958 г.	В модели WW минимизируются средние издержки хранения запасов, которые берутся прямо пропорциональными объему этих запасов и времени хранения, и издержки, связанные с наладкой, которые постоянны для каждого заказа и не связаны с объемом заказа. Величина спроса изменяется во времени. При этом WW относится к моделям с периодическим контролем уровня запасов (S, T).
	Зангвилл В.И. (Zangwill W.I.) [194] 1966 г.	Модель WW с учетом дефицита. В дополнение к вышерассмотренным издержкам добавляются издержки дефицита, которые несет организация в связи с отсутствием материального запаса на складе.
Part Period Balancing (PPB)	Де Маттеис Дж.Дж. и Мендоза А.Г. (De Matteis J.J. and Mendoze A.G.) [112] 1968 г.	WW довольно трудоемок в вычислениях, поэтому многие последователи работали по пути упрощения данного алгоритма. Впоследствии появилось множество эвристических методов решения для модели WW.
Least Unit Cost (LUC)	Горхам Т. (Gorham T.) [120] 1972 г.	
Part Period Quantity (PPQ)	Бери В.Л. (Berry W.L.) [92] 1973 г.	
Silver-Meal algorithm (SMA)	Сильвер Е.Э. и Мизел Х.Ц. (Silver E.A. and Meal H.C.) [171] 1973 г.	
<i>Ограниченная однопродуктовая</i>		
The Capacitated Lot-sizing Problem (CLSP)	Хилл Р.М. (Hill R.M.) [127], 1997 г. Чен Х. и др. (Chen H. et al.) [103], 1994 г.	В дополнение к издержкам в модели WW добавляются производственные издержки, зависящие от размера производственной партии. Ограничения накладываются на интенсивность производства, которая должна быть меньше производственной мощности. Поскольку в отдельные промежутки времени спрос может превышать производственную мощность.
The Discrete Lot-Sizing and Scheduling Problem (DLSP)	Магнатти Т.Л. и Вачани Р. (Magnanti T.L. and Vachani R.) [146], 1990 г.	В дополнение к модели CLSP интенсивность производства в текущий период времени равна нулю или полной производственной мощности.

Продолжение таблицы 1.3

Неограниченная многопродуктовая		
Multi-item dynamic lot-sizing problem with joint set-up costs (LPJS)	Зангвилл В.И. (Zangwill W.I.) [194] 1966 г. Веинотт Э.Ф. (Veinott A.F.) [187], 1969 г.	Модель LPJS строится на предположении, что при одновременном заказе различных видов продуктов издержки заказа не зависят от количества видов заказываемых продуктов. Т.о. в основе модели LPJS лежат такие же предположения, что и в основе модели WW, за исключением предположений относительно издержек заказа. Эта система основана на выборе совместной частоты пополнения различных видов запасов, при которой совокупные средние издержки были бы минимальными.
Ограниченная многопродуктовая		
CLSP, DLSP	Барани И. и др. (Barany I. et al.) [83], 1984 г.	Применяются модели CLSP и DLSP без учета издержек наладки.
Многоуровневая система		
Неограниченная однопродуктовая		
	Зангвилл В.И. (Zangwill W.I.) [194] 1966 г. Веинотт Э.Ф. (Veinott A.F.) [187], 1969 г.	Рассматривается последовательная структура производственного процесса (каждый промежуточный продукт имеет одного предшественника и одного последователя). Спрос на промежуточные продукты является зависимым от конечного спроса. В остальном подобна классической модели WW.
Ограниченная однопродуктовая		
	Биллингтон П.Дж. и др. (Billington P.J. et al.) [95], 1986 г.	Рассматривается последовательная структура производственного процесса (каждый промежуточный продукт имеет одного предшественника и одного последователя). Спрос на промежуточные продукты является зависимым от конечного спроса. В остальном подобна модели CLSP.
Неограниченная многопродуктовая		
	Афентакис П. и Гэвиш Б. (Afentakis P. and Gavish B.) [67], 1986 г.	Спрос на промежуточные продукты является зависимым от конечного спроса. Спрос на конечные продукты является независимым. В остальном подобна модели LPJS.
Ограниченная многопродуктовая		
	Маес Дж. и др. (Maes J. et al.) [145], 1991 г.	Спрос на промежуточные продукты является зависимым от конечного спроса. Спрос на конечные продукты является независимым. В остальном подобна модели CLSP.

Отдельно следует выделить модели управления запасами с учетом транспортных расходов (см. табл. 1.4), так как тут существуют различные подходы к проблеме включения транспортных расходов в классическую модель управления запасами EOQ.

Таблица 1.4 – Модели управления запасами с учетом транспортных расходов

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
<p>Баумол У.Дж. и Вайнод Д.Х. (Baumol W.J. and Vinod H.D.) [89] 1970 г.</p>	<p>В модели ETQ к издержкам хранения, издержкам заказа и издержкам дефицита добавляются транспортные издержки и издержки хранения транзитного запаса (запаса в пути). Однако транспортные расходы в данной работе не зависят от размера заказа и поэтому не оказывают на него никакого влияния.</p>
<p>Лангли Ц.Дж.Джр. (Langley C.J.Jr.) [142] 1980 г.; Свенсес С.Р. Годфрей М.Р. (Swenseth S.R. and Godfrey M.R.) [174] 1996 г.</p>	<p>Предложены различные функции для аппроксимации реальной функции грузового тарифа: постоянная (см. Баумол У.Дж. и Вайнод Д.Х. [49]); пропорциональная; экспоненциальная; обратная; дискретная.</p>
<p>Гэйзер Н. (Gaither N.) [119] 1982 г.; Ли Ч. (Lee Ch.) [144] 1986 г.; Ларсон П.Д. (Larson P.D.) [143] 1988 г.; Хван Х. и др. (Hwan H., Moon D.H., Shinn S.W.) [130] 1990 г.; Терсин Р.Дж. и Бармэн С. (Ter- sine R.J. and Barman S.) [179] 1991 г.; Рассел Р.М. и Краевски Л.Дж. (Russel R.M. and Krajewski L.J.) [160] 1991 г.; Картер Дж.Р. и Феррин Б.Г. (Carter J.R. and Ferrin B.G.) [98] 1996 г.; Свенсес С.Р. и Годфрей М.Р. (Swenseth S.R. and Godfrey M.R.) [174] 2002 г.</p>	<p>Вводят в модель ETQ транспортные издержки, зависящие от размера заказа. Чем больше размер заказа (объем перевозки), тем ниже грузовой тариф, который для крупных партий снижается за счет использования экономичного большегрузного подвижного состава. В результате получается, что оптимальный размер заказа зависит также и от транспортных издержек в противоположность работе Баумола У.Дж. и Вайнода Д.Х. [49].</p>
<p>Корсаков Д.Б. [37] 1998 г.</p>	<p>В данной работе рассматриваются только транспортные расходы, зависящие от размера заказа, и совсем не учитываются издержки хранения и издержки заказа.</p>
<p>Зао К. и др. (Zhao Q., Wang S., Lai K., Xia G.) [195] 2004 г.</p>	<p>В данной работе рассматривается случай, когда для перевозки заказанной партии требуется несколько транспортных единиц, либо одной необходимо будет совершить несколько оборотов.</p>

В СССР уже в 60-х годах появилась литература по проблеме экономического управления запасами, представляющая собой переводы довольно известных зарубежных изданий [25], [26] и работы отечественных авторов [57] и др. В настоящее время также довольно много литературы, где можно встретить модели управления запасами. Прежде всего это литература по логистике [28], [31], [43], [44], [50], по экономике предприятия [33], по финансовому менеджменту [23], [34], [37], [54], [56], по экономико-математическим методам и моделям [55], [61] и работы, специализирующиеся только на управлении запасами [35], [40], [47], [48], [51], [52], [59] и др. В последнее время появилось много диссертационных работ, использующих в той или иной степени модели управления запасами [27], [32], [38], [42], [60], [62], [66] и др.

Теория управления запасами с учетом краткосрочных обязательств. В основном в литературе по управлению запасами рассматривается случай, когда фирма-покупатель расплачивается за полученную партию товара сразу же по отгрузке товара. Однако во многих случаях фирма-продавец предоставляет фирме-покупателю отсрочку в оплате полученного товара. В результате у фирмы-покупателя возникает кредиторская задолженность, и в данном пункте мы и рассмотрим модели управления запасами с учетом кредиторской задолженности (табл. 1.5). Все они построены на основе модели управления запасами EOQ и основным параметром управления в них является размер заказа.

Таблица 1.5 – Модели управления запасами с учетом кредиторской задолженности

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Беранек У. (Beranek W.) [91] 1967 г.	Автор рассматривает формирование денежного потока при различных условиях поставки товаров и исследует изменение совокупных издержек по управлению запасами.
Халей Ц.У. и Хиггинс Р.Ц. (Haley C.W. and Higgins R.C.) [125] 1973 г., Гойал С.К. (Goyal S.K.) [121] 1985 г.	Управление запасами осуществляется с учетом дополнительной прибыли от вложения свободных денежных средств в течение периода отсрочки платежа и платы за банковский кредит на протяжении оставшегося периода между двумя поставками. При этом используются две различные процентные ставки, как по альтернативным вложениям, так и по кредиту.
Томпсон Х.Е. (Thompson H.E.) [180] 1975 г., Ченд С. и Вард Дж. (Chand S. and Ward J.) [99] 1987 г., Чанг К.Х. (Chung K.H.) [104] 1989 г.; Рачамадугу Р. (Rachamadugu R.) [156], 1989 г.,	В данной модели рассматриваются издержки финансирования (плата за капитал) на протяжении всего периода между двумя поставками. В данной модели используется подход с точки зрения минимизации чистой текущей стоимости (NPV). Томпсон Х.Е. также отдельно разработал модель с учетом задержки оплаты издержек заказа, с учетом налога на имущество, страхования, порчи и старения товаров.
Чепмен Ц.Б. и др. (Chapman C.B. et. al.) [102] 1985 г. (случай 1 и 2); Вард С.Ц. и Чепмен Ц.Б. (Ward S.C. and Chapman C.B.) [101] 1987 г., [189] 1988 г.	Данная модель разработана для случая, когда отсрочка платежа распространяется только на остаточный запас товаров. Отличительной особенностью этого варианта модели является отсутствие издержек финансирования в течение периода отсрочки платежа. В данной модели также используется подход с точки зрения минимизации издержек управления запасами.
Кингсман Б.Г. (Kingsman B.G.) [138] 1983 г.	В данной модели также рассматриваются издержки финансирования на протяжении всего периода между двумя поставками. Используется подход с точки зрения минимизации издержек управления запасами. Оптимальный размер заказа полностью соответствует модели EOQ.
Дэлленбах (Daellenbach H.G.) [108] 1986 г., [109] 1988 г.	Эта модель разработана для того же случая, что и модель Чепмена и др. Однако в этой модели отсутствуют издержки финансирования в течение периода времени между окончанием отсрочки платежа и поступлением новой партии товара, что и является ошибкой данной модели. В данной модели используется подход с точки зрения минимизации издержек по управлению запасами.

Продолжение таблицы 1.5

<p>Хуанг Й.Ф. (Huang Y.F.) [128], [129] 2004 г., Чанг К.Дж. и др. (Chung K.J. et al.) [106] 2005 г.</p>	<p>Дополнительно в модель Гойала [121] вводится предположение о том, что поставщик предлагает отсрочку оплаты товара, только если размер заказа превышает определенную фиксированную величину, в противном случае оплата товара производится немедленно. Кроме этого, в работе [129] рассматривается возможность получения покупателем скидки на приобретение товара при его оплате до определенного момента времени, в противном случае оплата производится полностью через определенный период времени (предоставляется отсрочка оплаты товара).</p>
---	--

Теория управления денежными средствами. Одной из основных задач управления денежными средствами является определение оптимального денежного баланса. С точки зрения управления денежными средствами предприятия нас будут интересовать, прежде всего, следующие теории: подход с точки зрения детерминистических моделей запасов и подход с точки зрения стохастических моделей запасов. Далее мы более подробно рассмотрим эти две теории управления денежными средствами (табл. 1.6). Хотелось бы здесь отметить более ранние обзоры теории денежного спроса, выполненные Барро Р.Дж. и Фишером С. (Barro R.J. and Fischer S.) [86] в 1976 г., Кутберсоном К. и Барлоу Д. (Cuthbertson K. and Barlow D.) [108] в 1991 г. и Срирамом С.С. (Sriram S.S.) [142] в 2001 г.

Основными параметрами управления в нижеприведенных моделях являются целевые уровни денежных средств (a, z) , верхняя h и нижняя u граница денежного баланса.

Таблица 1.6 – Модели управления денежными средствами

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
<i>Подход с точки зрения детерминистических моделей запасов</i>	
<p>Баумол У.Дж. (Baumol W.J.) [89] 1952 г.</p>	<p>В модели Баумола существует два типа активов: не приносящий доходов денежный баланс и ценные бумаги, приносящие некоторый процентный доход. Минимизируются средние издержки в единицу времени хранения денежного баланса, которые берутся прямо пропорциональными объему денежного баланса и времени хранения, и транзакционные издержки, связанные с переводом ценных бумаг в денежный баланс, которые постоянны для каждой транзакции и не связаны с ее объемом.</p>
<p>Тобин Дж. (Tobin J.) [123] 1956 г.</p>	<p>Согласно модели Тобина решение Баумола У.Дж. является лишь частным случаем общего решения данной задачи. Поступление денежных средств в модели Тобина осуществляется дискретно через равные промежутки времени (платежный цикл) в постоянном объеме, а расходование происходит равномерно с постоянной скоростью в течение одного платежного цикла. В модели Тобина определяется оптимальное число транзакций как денежных средств в ценные бумаги, так и ценных бумаг в денежные средства.</p>

Продолжение таблицы 1.6

Барро Р.Дж. (Barro R.J.) [87] 1970 г.	В данной работе Барро Р.Дж. рассматривает уровень цен, уровень дохода и транзакционные издержки, зависящие от времени (увеличиваются в результате инфляции). В результате Барро Р.Дж. получил для фирмы такое же выражение для определения среднего денежного баланса, как и Баумол У.Дж. В данной работе используется подход с точки зрения минимизации NPV.
<i>Подход с точки зрения стохастических моделей запасов</i>	
Патинкин Д. (Patinkin D.) [155] 1965 г.	Данная стохастическая модель основывается на предположении, что фирма сталкивается с фиксированным размером расходов в течение дискретного интервала времени, но время поступлений и оттоков денежных средств в течение этого интервала неизвестно. Поэтому фирма поддерживает денежный баланс, чтобы предотвратить истощение ликвидных ресурсов в течение этого интервала.
Вхален Е.Л. (Whalen E.L.) [190] 1966 г.	Данная стохастическая модель основывается на предположении, что фирма несет постоянные транзакционные издержки, если чистые расходы превышают денежный баланс. Эластичность дисперсии спроса составляет $1/3$, эластичность транзакционных издержек так же составляет $1/3$, эластичность процентной ставки $-1/3$.
Миллер М.Х. и Орр Д. (Miller M.H. and Orr D.) [149] 1966 г., [150] 1968 г.; Орр Д. [154] 1970 г.	Как и в модели Баумола, у фирмы существует два вида активов. При построении модели используется стохастический процесс Бернулли. Предприятие стремится минимизировать средние издержки в единицу времени подобно модели Баумола. Форма политики управления денежными средствами представляет собой политику с двумя контрольными параметрами – верхней границей денежного баланса h и целевым уровнем денежных средств z , нижней границей денежного баланса u .
Еппен Г.Д. и Фама Е.Ф. (Eppen G.D. and Fama E.F.) [115] 1969 г.	Транзакционные издержки приняты пропорциональными размеру трансферта. Форма политики управления денежными средствами представляет собой политику с двумя контрольными параметрами – верхней границей денежного баланса h и нижней границей денежного баланса u .
Тсианг С.Ц. (Tsiang S.C.) [184] 1969 г.	Автор использует за основу модель Баумола-Тобина, учитывая, что денежные расходы носят стохастический характер, а пополнение средств – детерминистический характер. Кроме этого, Тсианг С.Ц. вводит понятие задержки перевода ценных бумаг в денежный баланс. В результате данной задержки в некоторый момент времени денежный баланс может оказаться отрицательным, что вызывает дополнительные издержки (штрафные издержки). Эта модель подобна модели управления запасами EOQ с учетом дефицита (см. табл. 1.2).
Френкель Дж.Э. и Йованович Б. (Frenkel J.A. and Jovanovic B.) [117] 1980 г.	В своей работе Френкель Дж.Э. и Йованович Б. использовали подход аналогичный Баумолу У.Дж. Авторы исследуют несимметричный случай (т.е. платежи превышают поступления). Т.о. в отличие от модели Миллера-Орра в своей модели Френкель Дж.Э. и Йованович Б. используют только нижнюю границу денежного баланса, равную 0. Кроме этого, Френкель Дж.Э. и Йованович Б. используют в качестве критерия оптимизации NPV для нахождения оптимального пополнения денежного баланса.

Продолжение таблицы 1.6

<p>Бар-Илан Э., Пэрри Д. и Стэджд У. (Bar-Ilan A., Perry D. and Stadje W.) [84] 2004 г.</p>	<p>Авторы в своей работе предлагают использовать для модели Миллера-Орра не процесс Бернулли, а наложение Броуновского движения и составного Пуассоновского процесса с положительными и отрицательными скачками.</p>
<p>Мильборн Р. (Milbourne R.) [148] 1983 г.</p>	<p>В конце данного раздела следует отметить работу Мильборна Р., в которой автор разработал оптимальное контрольное правило (u, a, z, h) для общего случая стохастической модели денежного баланса. Так, согласно Мильборну Р. оптимальное правило управления денежным балансом для модели Баумола-Тобина – (u, h), где $a=z=h$. Оптимальное правило управления денежным балансом у Эппена-Фамы – (u, h), где согласно Мильборну Р. $u=a$ и $z=h$. Оптимальное правило управления денежным балансом у Миллера-Орра – (u, z, h), где $a=z$. Оптимальное правило управления денежным балансом у Бар-Илана, Пэрри и Стэджа – (u, a, z, h).</p>

В соответствии с работой С.С. Срирама (S.S. Sriram) [173, с. 107] 2001 г. применение модели Баумола-Тобина и ее разновидностей (модели Барро, Тсианга, Френкеля-Йовановича) для управления денежными средствами возможно лишь для домохозяйств, ипотечных банков, правительственных учреждений, поставщиков услуг здравоохранения, но не для коммерческих фирм. Для коммерческой фирмы наиболее пригодны модели Вхалена, Миллера-Орра и их разновидности.

В последнее десятилетие стала появляться и русскоязычная литература по проблеме управления денежным балансом [28], [31], [45], [47] и др.

Теория комплексного управления денежными средствами и краткосрочными кредитами. В большинстве случаев в литературе по управлению денежными средствами рассматривается случай, когда фирма оплачивает все свои расходы за счет собственных средств. В реальной же экономической жизни во многих случаях фирма (особенно крупная) прибегает к банковскому кредиту, в результате чего и возникает задолженность по краткосрочным кредитам. В данном пункте мы и рассмотрим модели комплексного управления денежными средствами и краткосрочными кредитами (табл. 1.7).

Основными параметрами управления в нижеприведенных моделях являются верхняя h и нижняя граница u денежного баланса.

Таблица 1.7 – Модели комплексного управления денежными средствами и кредиторской задолженностью

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
<i>Подход с точки зрения детерминистических моделей запасов</i>	
<p>Бар-Илан Э. (Bar-Ilan A.) [84] 1990 г.; Огден У.Э. и Сандарам С. (Ogden W.A. and Sundaram S.) [152] 1998 г.</p>	<p>В модели существует уже три типа активов, к двум вышерассмотренным в модели Баумола-Тобина (см. табл. 1.6) добавляется банковский кредит. И к рассмотренным издержкам добавляются финансовые издержки за пользование кредитом. В остальном данная модель подобна модели Баумола. Эта модель так же подобна модели управления запасами EOQ с учетом дефицита (см. табл. 1.1).</p>

Продолжение таблицы 1.7

<i>Подход с точки зрения стохастических моделей запасов</i>	
Бар-Илан Э. (Bar-Ilan A.) [84] 1990 г.	Бар-Илан Э. использовал подобно Френкелю Дж.Э. и Йовановичу Б. (см. табл. 1.6) стохастический процесс и определил систему уравнений, с помощью которых можно найти оптимальный верхний и нижний пределы денежного баланса при условии использования банковского кредита. В принципе решение Френкеля-Йовановича является лишь частным случаем решения Бар-Илана.
Спренкле Ц.М. и Миллер М.Х. (Sprenkle C.M. and Miller M.H.) [172] 1980 г.	Авторы разработали стохастическую модель управления денежным балансом в краткосрочном периоде (один день). Спренкле Ц.М. и Миллер М.Х. показали, что спрос на заемные деньги зависит от разности процентной ставки по кредиту и процентной ставки по ценным бумагам.

Теория комплексного управления запасами и денежными средствами. В вышеперечисленных моделях управления запасами не учитывается, что изменение в политике управления денежными средствами может повлиять на результат управления запасами. В табл. 1.8 приведены модели комплексного управления запасами и денежными средствами, где основными параметрами управления являются размер заказа и размер пополнения денежного баланса.

Таблица 1.8 – Модели комплексного управления запасами и денежными средствами

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Фидж Е.Л. и Паркин М. (Fiege E.L. and Parkin M.) [116] 1971 г.; Сантомеро М. (Santomero M.) [162] 1974 г., [163] 1996 г.; Гроссман Х.И. и Полицано Э. (Grossman H.I. and Policiano A.) [122] 1975 г.	В данных работах рассматривается комплексное управление запасами, денежным балансом и ценными бумагами для домовладельцев. Здесь используется предположение Тобина (Tobin J.) [182] о характере поступления денежных средств, а управление запасами осуществляется при помощи модели ЕОQ. Оптимальные параметры модели определяются из условия минимизации совокупных издержек, которые состоят из издержек заказа, издержек хранения запасов, транзакционных издержек по переводу денежных средств в ценные бумаги и наоборот, издержек хранения денежного баланса.
Кловвер Р.У. и Ховвит П.У. (Clover R.W. and Howitt P.W.) [107] 1978 г.	В модели Кловвера-Ховвита рассматривается комплексное управление запасами и денежным балансом фирмы. Закупка сырья и материалов происходит партиями, а расходование происходит с постоянной скоростью, при этом производство готовой продукции осуществляется с постоянной скоростью, а продажа осуществляется партиями. В промежутке между продажей готовой продукции и закупкой сырья и материалов хранятся денежные средства. Оптимальные параметры модели также определяются из условия минимизации совокупных издержек по управлению запасами и денежными средствами.

Теория комплексного управления запасами и денежными средствами с учетом краткосрочных обязательств, к которой относится всего одна модель (табл. 1.9). Основными параметрами управления для данной модели являются размер заказа и размер пополнения денежного баланса.

Таблица 1.9 – Модель комплексного управления запасами и денежными средствами с учетом кредиторской задолженности

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Халей Ц.У. и Хиггинс Р.Ц. (Haley C.W. and Higgins R.C.) [125] 1973 г.	Данная модель схожа с моделью комплексного управления запасами и денежными средствами Фиджа-Паркина (см. табл. 1.8), но управление запасами и денежными средствами осуществляется с учетом дополнительной прибыли от вложения свободных денежных средств в течение периода отсрочки платежа и с учетом платы за банковский кредит на протяжении оставшегося периода между двумя поставками. При этом используются две различные процентные ставки – по альтернативным вложениям и по кредиту.

Теория управления дебиторской задолженностью. Продажа в кредит обуславливает появление дебиторской задолженности, поэтому необходима оценка результатов кредитной политики предприятия. В своей кредитной политике предприятия должны учитывать не только положительные результаты кредитования покупателей (увеличение продаж и прибыли), но и учитывать отрицательные результаты (увеличение расходов и рисков потерь), что и является основой приведенных в табл. 1.10. моделей управления дебиторской задолженностью. Хотелось бы здесь так же отметить обзор по данной проблеме выполненный Борде С.Ф. и Маккарти Д.Е. (Borde S.F. and McCarty D.E.) [96] в 1998 г.

Основными параметрами управления в нижеприведенных моделях являются период расчетов с заказчиками и величина предоставляемой скидки.

В последнее десятилетие получила распространение и русскоязычная литература по проблеме управления дебиторской задолженностью, прежде всего, стоит отметить учебную литературу по финансовому менеджменту В.В. Ковалева [34], Н.Н. Тренева [56], Е.С. Стояновой и др. [54], Д.Б. Корсакова [37], А.В. Бандурина, С.И. Басалая и И.А. Ли [23], С.И. Басалая [24], научные статьи А. Русселя [49], Е.С. Стояновой [53] и многие другие работы.

Таблица 1.10 – Модели управления дебиторской задолженностью

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
Дэвис М.П. (Davis M.P.) [111] 1966 г.	В своей работе Дэвис М.П. перечисляет издержки, влияющие на маржинальный анализ дебиторской задолженности, к которым относятся – переменные затраты, потери от безнадежной дебиторской задолженности, издержки финансирования капитала (дебиторская задолженность и запасы). Продажи в кредит считаются возможными в случае превышения маржинальной выручки над маржинальными издержками.
Вригстман Д. (Wrightsmann D.) [193] 1969 г.	В своей работе Вригстман Д. получил выражение для чистой прибыли фирмы в зависимости от изменения кредитной политики организации. Кроме этого, Вригстман Д. аппроксимировал линейно зависимость величины дебиторской задолженности от периода инкассации.
Ох Дж.С. (Oh J.S.) [153] 1976 г.	В своей работе Ох Дж.С. получил выражение для дополнительной прибыли от изменения кредитной политики организации. Если в работе Дэвиса дополнительные потери от безнадежной дебиторской задолженности и плата за дополнительный оборотный капитал определяется от переменных затрат, то в работе [109] эти величины определяются от выручки.

Продолжение таблицы 1.10

Ким Й.Х. и Аткинс Дж.Ц. (Kim Y.H. and Atkins J.C.) [135] 1977 г., [134] 1978 г., Сарторис У.Л. и Хилл Н.Ц. (Sartoris W.L. and Hill N.C.) [165] 1983 г.	Для оценки кредитной политики авторами уже используется метод NPV. На основе метода NPV получено выражение аналогичное Оху Дж.С., только плата за дополнительные оборотные активы определяется от переменных затрат, в то время как потери от безнадежной дебиторской задолженности определяются от выручки.
Дил Е.Э. (Dyl E.A.) [113] 1977 г.,	Данная модель аналогична модели Кима-Аткинса, но в данной работе изменения в кредитной политике касаются только дополнительной выручки. При этом в своей работе автор не использует NPV-подход.
Сачдева К.С. и Гитман Л.Дж. (Sachdeva K.S. and Gitman L.J.) [161] 1981 г.	Рассматривается модель Дила с использованием метода NPV, авторы получили такие же результаты, как и Дил Е.Э. с использованием стандартного подхода.

Теория комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью. В основном, в литературе по управлению запасами рассматривается случай, когда фирма-продавец получает денежные средства сразу же по отгрузке товара покупателю. Однако во многих случаях фирма-продавец предоставляет покупателю отсрочку в оплате полученного товара, в результате чего у фирмы-продавца возникает дебиторская задолженность. В данном пункте приведены модели комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью (табл. 1.11), где основными параметрами управления являются размер заказа и период расчетов с заказчиками (или величина предоставляемой скидки).

Таблица 1.11 – Модели комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью

Авторы, публикации	Основные особенности моделей
<i>Подход с точки зрения детерминированного спроса</i>	
Дэвис М.П. (Davis M.P.) [111] 1966 г.	В своей работе автор перечисляет издержки влияющие на маржинальный анализ дебиторской задолженности, к которым относятся – переменные затраты, потери от безнадежной дебиторской задолженности, издержки финансирования капитала (дебиторская задолженность и запасы). Продажи в кредит считаются возможными в случае превышения маржинальной выручки над маржинальными издержками.
Беранек У. (Beranek W.) [91] 1967 г.	См. табл. 1.5
Томпсон Х.Е. (Thompson H.E.) [180] 1975 г.	Томпсон Х.Е., используя модифицированную им модель ЕОQ (см. табл. 1.5), применяет функцию спроса, зависящую от периода инкассации.
Кингсмэн Б.Г. (Kingsman B.G.) [138] 1983 г.	См. табл. 1.5

Продолжение таблицы 1.11

Ким Й.Х. и др. (Kim Y.H. et. al.) [84] 1984 г., [137] 1986 г., Ким Й.Х. и Чанг К.Х. (Kim Y.H. and Chung K.H.) [136] 1990 г., Чанг К.Дж. и Лин С.Д. (Chung K.J. and Lin S.D.) [105] 1998 г.	Прежде всего следует отметить, что данная модель подобна модели Чанга (см. табл. 1.5), здесь также рассматриваются издержки финансирования на протяжении всего периода между двумя поставками. В данной модели используется подход с точки зрения минимизации NPV.
Подход с точки зрения стохастического спроса	
Найт У.Д. (Knight W.D.) [139] 1972 г.	В своей модели автор комбинирует модель EOQ с учетом дефицита при стохастическом характере спроса и модель управления дебиторской задолженностью, подобную модели Дэвиса М.П. [111], за исключением потерь от безнадежной дебиторской задолженности.
Счифф М. (Schiff M.) [167] 1972 г., Счифф М. и Лиебер З. (Schiff M. and Lieber Z.) [166] 1974 г.	В данной модели в функцию спроса входит как величина периода инкассации, так и уровень запасов. Решение принимается на основе максимизации прибыли за плановый период, но в функцию прибыли не входят издержки заказа.

1.3 Целевые функции, используемые при управлении оборотными активами

При управлении составляющими оборотных активов в соответствии с теориями, рассмотренными в разделе 1.2, используются различные целевые функции. Классификация целевых функций с учетом основных целей управления оборотными активами и приведена на рис. 1.3.

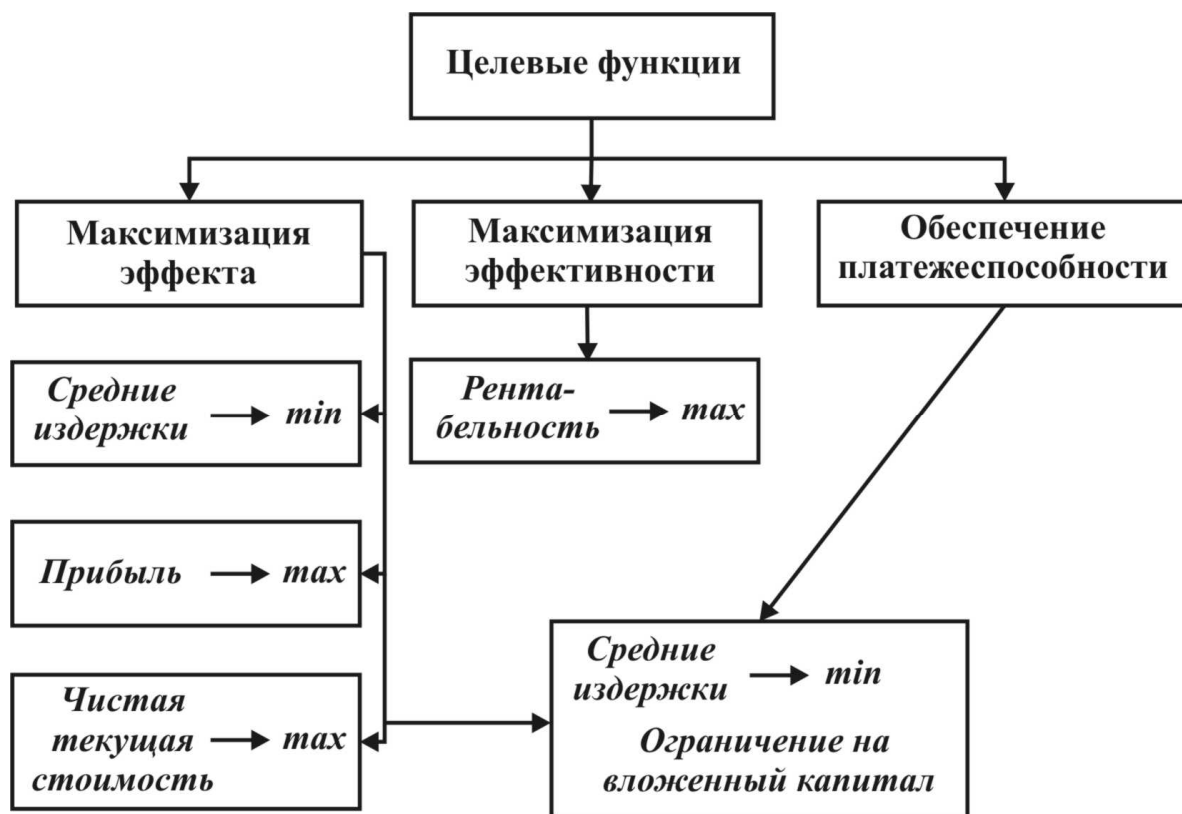


Рисунок 1.3 – Классификация целевых функций по управлению оборотными активами

Далее рассмотрим работы, выполненные в данной области по каждой из целевых функций, приведенных на рис. 1.3 в отдельности. Прежде всего хотелось бы отметить обзор, выполненный в данной области Тхорстенсоном Э. (Thorstenson A.) [181, с. 46-57] в 1988 г.

Средние издержки (Average cost). Почти все работы в области управления оборотными активами (приведенные в разделе 1.2) выполнены с использованием в качестве целевой функции – минимизации средних совокупных издержек. Поэтому все конечные результаты приведенных выше моделей можно отнести к данному пункту. Правда, за исключением работы Дж.А. Френкеля и Б. Йовановича [117], Р.Дж. Барро [87] в области управления денежными средствами, работ Й.Х. Кима и Дж.Ц. Аткинса [81], [134], У. Сарториса и Н. Хилла [165], К.С. Сачдевы и Дж.Л. Гитмана [161] в области управления дебиторской задолженностью, работ Х.Е. Томпсона [148], С. Ченда и Дж. Варда [99], К.Х. Чанга [104], Р. Рачамадугу [156] в области управления запасами с учетом краткосрочных обязательств, работы Й.Х. Кима и К.Х. Чанга [136] в области комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью, в которых используется чистая текущая стоимость (NPV).

Выражение для определения средних совокупных издержек AC в условиях статического спроса выглядит следующим образом (см. [181, с. 51])

$$AC = K \cdot \frac{D}{Q} + (R + g) \cdot \frac{c \cdot Q}{2}, \quad (1.2)$$

где c – закупочная цена единицы товара;

d – спрос на товар в единицу времени в натуральных единицах измерения;

Q – размер заказа в натуральных единицах измерения;

K – издержки заказа, приходящиеся на один заказ;

R – процентная ставка по альтернативным вложениям;

g – ставка издержек хранения (издержки хранения, не включающие издержки финансирования запасов).

В результате несложных вычислений получим, что оптимальный размер заказа определяется следующим выражением

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{(g + R) \cdot c}} \quad (1.3)$$

Средние совокупные издержки по управлению материальными запасами в условиях динамического спроса определяются при помощи следующего выражения [23], [26, с. 194-197]

$$AC(Q) = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^n (K_i \cdot \delta(Q_{it}) + C_i(Q_{it}) + g_i \cdot I_{it}) \right), \quad (1.4)$$

где T – горизонт планирования;

n – количество продуктов;

K – издержки наладки (заказа), приходящиеся на одну наладку (заказ);

g – удельные издержки хранения на единицу запаса;
 Q – размер заказа (размер производственной партии) в натуральных единицах измерения;
 $C(\cdot)$ – производственная стоимость партии объемом Q ;

$$\delta(Q_{it}) = \begin{cases} 1 & \text{если } Q_{it} > 0; \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases} \quad (1.5)$$

Прибыль (Profit). Данный критерий оптимальности (для теории управления запасами) используют в своих работах Морс У.Дж. и Шейнер Дж.Х. (Morse W.J. and Scheiner J.H.) [151, с. 323] 1979 г., а также Арцелус Ф.Дж. и Сринивасан Г. (Arcelus F.J. and Srinivasan G.) в своей работе 1987 г. [79, с. 758]. Данные авторы определяют прибыль в единицу времени согласно следующему выражению

$$Pr = (p - c) \cdot D - K \cdot \frac{D}{Q} - (R + g) \cdot \frac{c \cdot Q}{2}, \quad (1.6)$$

где p – цена реализации единицы товара;

Учитывая, что критерии оптимизации (1.2) и (1.6) отличаются на величину $(p - c) \cdot D$, которая не зависит от размера заказа Q , то оптимальное решение (размер заказа), полученное с помощью этих выражений, будет одинаковым (1.3).

Так же и в работах М.П. Дэвиса [111], Дж.С. Оха [153], Е.Э. Дила [113] и Д. Вригсмана [193] в области управления дебиторской задолженностью используется в качестве критерия оптимизации – прибыль организации.

В соответствии с работой Д. Вригсмана, прибыль можно определить при помощи следующего выражения:

$$P = (S - C) - FC - R \cdot VC \cdot \frac{t_{AR}}{360} - l \cdot VC, \quad (1.7)$$

где S – годовая выручка от продаж;

VC – годовые переменные издержки;

FC – годовые фиксированные издержки;

l – процент безнадежной дебиторской задолженности;

t_{AR} – продолжительность периода инкассации в днях;

R – годовая процентная ставка по альтернативным вложениям.

Чистая текущая стоимость (Net Present Value). Рассмотрим подход в отношении к управлению запасами, основанный на методе Net Present Value (NPV), который можно найти в работах Хэдлея Г. (Hadley G.) [124] 1964 г., Гурнани Ц. (Gurnani C.) [123] 1983 г., Кима Й.Х. и Аткинса Дж.Ц. (Kim Y.H. and Atkins J.C.) [134] 1985 г., Тхорстенсона Э. (Thorstenson A.) [181] 1988 г., Ван дер Лаан Е. и Теунтера Р. (Van der Laan E. and Teunter R.) [185] 2000 г. Но в качестве критерия оптимизации используется не сам показатель NPV , а его производная – аннуитетный поток AS (Annuity Stream). Аннуитет представляет собой однонаправленный денежный поток, элементы которого равны по величине и имеют место через равные промежутки времени. Таким образом, опре-

деляют аннуитетный поток AS , приведенная стоимость которого в точности равна NPV [181, с. 63].

$$AS = r \cdot NPV, \quad (1.8)$$

где r – приведенная процентная ставка по альтернативным вложениям.

Следует отметить, что при определении оптимального размера заказа следует использовать не годовую процентную ставку R , а ее приведенную величину r . При этом обычная годовая процентная ставка R рассматривается как непрерывная эффективная годовая процентная ставка, и уже на ее основе вычисляется приведенная годовая процентная ставка $r = \ln(1 + R)$ [123, с. 265], [181, с. 29]. Другими словами, начисление процентов при управлении запасами ведется непрерывно из-за меняющегося во времени денежного потока. Поэтому в расчет принимается такая процентная ставка r при непрерывном начислении процентов, чтобы непрерывная эффективная годовая процентная ставка, рассчитанная на основе $\exp(r) - 1$, равнялась годовой процентной ставке R .

При условии невысокой приведенной процентной ставки ($r \leq 0.15$) и даже значительного расстояния между смежными поставками ($T = 1$ год) в результате линеаризации реального выражения для аннуитетного потока получим [181, с. 88]

$$AS = (p - c) \cdot D - K \cdot \frac{D}{Q} - (r + g) \cdot \frac{c \cdot Q}{2} - r \cdot \frac{K}{2} \quad (1.9)$$

Учитывая, что $r \cdot \frac{K}{2}$ очень малая величина по сравнению с остальными, получим выражение, аналогичное (1.6).

В заключение можно сказать, что подходы с точки зрения средних совокупных издержек и аннуитетного потока практически ничем не отличаются.

Рентабельность. В работах Шроедера Р.Г. и Кришнана Р. (Schroeder R.G. and Krishnan R.) [168, с.699] 1976 г., [169] 1978 г. в качестве критерия оптимизации наряду со средними совокупными издержками используется и рентабельность инвестиций (Return on Investment, ROI). Выражение для определения оптимального размера заказа, вычисленное с использованием данного критерия, отличается от формулы EOQ (1.4). Также Морс У.Дж. и Шейнер Дж.Х. в своей работе 1979 г. [151, с. 321] и Арцелус Ф.Дж. и Сринивасан Г. в своей работе 1987 г. [79, с. 759] применили критерий ROI (для теории управления запасами). Согласно этим работам рентабельность инвестиций ROI определяется с использованием следующего выражения

$$ROI = \frac{Pr}{\bar{Q}} = \frac{(p - c) \cdot D - K \cdot \frac{D}{Q} - (r + g) \cdot \frac{c \cdot Q}{2}}{\frac{Q}{2}}, \quad (1.10)$$

где \bar{Q} – средний запас;

Pr – прибыль в единицу времени, см. выражение (1.6).

В результате максимизации ROI (1.10) получим выражение для определения оптимального размера заказа [168, с.699]

$$Q_{opt} = \frac{2 \cdot K}{p - c} \quad (1.11)$$

Самое интересное в выражении (1.11) это то, что оно не зависит от спроса в единицу времени D , т.е. даже при значительном повышении (понижении) спроса размер заказа не изменяется.

Однако Тэйт Т.Б. (Tate T.B.) [147, с. 331] в 1966 г. и Триетсч Д. (Trietsch D.) [183, с. 509] в 1995 г. несколько изменили выражение (1.12), чтобы устранить данный недостаток

$$ROI = \frac{(p - c) \cdot D - K \cdot \frac{D}{Q} - (r + g) \cdot \frac{c \cdot Q}{2}}{L + Q}, \quad (1.12)$$

где Eg – собственный капитал за исключением запасов Q ;

$Eg + Q$ – собственный капитал (величина переменная, зависящая от величины запасов).

В результате максимизации ROI (1.12) Д. Триетсч [183, с. 510] получил следующее выражение для определения оптимального размера заказа

$$Q_{opt} = \frac{K \cdot c \cdot D + \sqrt{(K \cdot c \cdot D)^2 + K \cdot c \cdot D \cdot L \cdot \left(K \cdot D - F + (p - c) \cdot D + (r + g) \cdot \frac{L}{2} \right)}}{c \cdot \left(K \cdot D - F + (p - c) \cdot D + (r + g) \cdot \frac{L}{2} \right)} \quad (1.13)$$

В диссертационной работе [27] 1998 г. Е.В. Володиной в качестве целевой функции используется показатель экономической эффективности управления материальными запасами.

$$E_{inv} = \frac{Pr}{Q + \overline{FL}}, \quad (1.14)$$

где \overline{FL} – средняя стоимость основных средств, используемых для хранения материальных запасов.

Но в данной работе приведены результаты только численного эксперимента, а не символьных вычислений и не сделано никаких выводов на основе полученных результатов относительно целесообразности применения в качестве целевой функции E_{inv} .

Для управления запасами в своей работе Д.Б. Корсаков [37], 1998 г., в качестве критерия оптимизации использует рентабельность активов (Return on Assets, ROA).

$$ROA = \frac{In - TC(Q)}{A + Q}, \quad (1.15)$$

где In – прибыль предприятия без учета транспортных расходов;

A – активы предприятия без учета Q ;

$TC(Q)$ – транспортные расходы, обратно пропорционально зависящие от размера заказа Q .

Для управления дебиторской задолженностью в своей работе Д.Б. Корсаков также использует рентабельность капитала, где приведена и символьная оптимизация выражения ROA, и последующий анализ полученных результатов.

Ограничение на вложенный капитал. Рассматривается случай, когда норматив на материальные оборотные средства составляет E единиц стоимости, и предприятие не может создавать запасы, средняя стоимость которых превышает заданный норматив. Данное ограничение накладывается на многопродуктовые модели управления запасами, см. [25, с. 163-167], [46, с. 437-441], [55, с. 191-194].

Ограничение на вложенный капитал имеет вид

$$0,5 \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot Q_i \leq E, \quad (1.16)$$

где n – число продуктов (видов запасов).

1.4 Основные недостатки теории и практики управления оборотными активами

Основные недостатки практики управления оборотными активами. Прежде всего хотелось бы отметить, что все вышерассмотренные практические методики управления оборотными активами, за исключением системы планирования ресурсов предприятия ERP, слабо используют теоретические достижения в данной области. И только система ERP опирается на теорию управления запасами, но в свою очередь не использует другие теории управления оборотными активами в частности из-за их недостаточной проработки.

Нормирование оборотных средств базируется на статистических данных базового периода (объемы и интервалы поставок или отгрузок), которые впоследствии корректируются в соответствии с прогнозируемым объемом производства. Другими словами, планирование оборотных средств на предприятиях базируется на прошлом опыте (так называемый принцип “планирования от достигнутого”), и, таким образом, на величину норматива оборотных средств оказывает влияние только прогнозируемый объем производства, да еще прямо пропорционально. Однако, как отмечается в работе [45], использовать вышеприведенную методику нормирования оборотных средств можно лишь в том случае, когда планируемый объем производства отличается от фактического объема производства в базовом периоде не более чем на $\pm 5\%$.

В методике бизнес-планирования существует довольно странный порядок расчета потребности в чистых оборотных активах. В результате чего величина чистых оборотных активов может подвергаться значительным колебаниям в течение года, что не совсем реально ввиду того, что чистые оборотные активы финансируются за счет сравнительно постоянных величин – собственного капитала и долгосрочных обязательств. Увеличение (уменьшение) же чистых оборотных активов может происходить за счет суммы чистой прибыли (убытка) и амортизации. Поэтому рассчитывать потребность в чистых оборотных акти-

вах следует на основании прогнозируемой суммы чистой прибыли (убытка) и амортизации, и ни в коем случае не наоборот – определять сначала потребность в чистых оборотных активах, а затем определять источники их пополнения.

В методике бюджетирования также большой вопрос вызывает механизм определения совокупной потребности в краткосрочном финансировании. Излишек денежных средств, полученный при расчете денежного потока в текущем периоде, еще не значит, что предприятию не нужен краткосрочный кредит, так как приток и отток денежных средств могут не совпадать по времени. Если отток денежных средств опережает по времени приток денежных средств, то в начале текущего периода может возникнуть дефицит денежных средств, который необходимо будет покрыть за счет краткосрочного кредита. В противном случае, когда приток денежных средств опережает по времени отток денежных средств, то в начале текущего периода может возникнуть излишек денежных средств, для которого необходимо найти применение (использовать для краткосрочных финансовых вложений).

Основной недостаток всех практических методик, кроме системы ERP, заключается в отсутствии ясной цели планирования оборотных активов. Так, при планировании оборотных активов, кроме как в системе ERP, не используется ни один из критериев эффективности, поэтому утверждать, что планирование призвано определить оптимальную потребность в оборотных активах, нельзя. Ведь для нахождения оптимальной потребности в оборотных активах необходима, прежде всего, цель (целевая функция). Кроме этого, если предположить применительно к нормированию оборотных средств, что в базовом периоде предприятие неэффективно использовало оборотные средства, то зачем же переносить эти данные и на плановый период, скорректировав их только на прогнозируемый объем производства. В результате, используя методику нормирования оборотных средств, мы заранее планируем неэффективное их использование согласно принципу “планирования от достигнутого”. В отличие от всех предыдущих методик, система планирования потребностей в материалах MRP, которая входит в систему ERP, имеет цель. В качестве целевой функции используется условие минимизации средних издержек в единицу времени по управлению запасами, что соответствует основной цели предприятия – максимизации прибыли.

Также, непонятно как реально можно воспользоваться нормативами (средними величинами) для управления оборотными активами? Например, как поддерживать производственные запасы на заданном уровне в соответствии с нормативом в условиях меняющегося спроса без конкретных указаний об объемах и времени закупок? Другими словами, предприятию, прежде всего, необходима стратегия, которая дает возможность рассчитывать время и объем каждого очередного пополнения запасов, т.е. основные параметры управляющего решения. А уже затем на основании данной стратегии рассчитывать норматив оборотных активов. Планирование оборотных активов не должно сосредотачиваться на простом определении нормативов (средних величин), а должно сконцентриро-

ваться на методах по достижению этих нормативов с учетом эффективности использования оборотных средств. Данное замечание относится как методике нормирования, так к методикам бизнес-планирования и бюджетирования оборотных активов. В то время как именно в системе MRP основное внимание уделяется стратегии, которая дает возможность рассчитывать время и объем каждого очередного пополнения запасов.

Основной недостаток методики планирования ресурсов предприятия ERP заключается в том, что оптимальный размер заказа определяется без учета конкретных источников финансирования. Другими словами, сначала определяется оптимальный размер заказа на основе минимизации средних издержек по управлению запасами, а затем определяются источники финансирования оптимальных запасов. Однако трудно себе представить, как при таком подходе можно правильно определить средние издержки по управлению запасами, в которые входят и издержки финансирования активов, зависящие от соотношения источников покрытия (собственных и заемных средств). Поэтому необходимо определять оптимальный размер заказа в зависимости от величины собственных и заемных средств, т.е. в зависимости от финансовой ситуации на предприятии.

Основные недостатки теорий управления оборотными активами. Все рассмотренные в разделе 1.2 модели управления составляющими оборотных активов имеют свои недостатки. Здесь мы перечислим главные из этих недостатков, которые являются общими для многих моделей.

В классических моделях EOQ и WW непонятно какую процентную ставку принимать в расчет – процентную ставку по кредиту, процентную ставку по депозиту, процентную ставку по ценным бумагам, внутреннюю норму рентабельности или еще какую-либо другую. Данная трудность возникает из-за отсутствия в моделях EOQ и WW разграничительной линии между собственными и заемными средствами. Ведь очевидно, что собственные и заемные средства имеют различную стоимость, которая определяется различными процентными ставками (например, процентной ставкой по кредиту и процентной ставкой по ценным бумагам).

Модели управления дебиторской задолженностью Дэвиса, Оха, Дила, Кима-Аткинса, по сути, имеют такие же недостатки, как и модели управления запасами. Другими словами, кредитная политика организации никак не зависит от финансовой ситуации внутри организации – не зависит от величины чистых оборотных активов. Модель комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью Найта представляет собой наложение модели EOQ и модели Кима-Аткинса, а потому имеет те же самые недостатки.

Более развитыми в финансовом отношении являются модели комплексного управления запасами с учетом краткосрочных обязательств и модели комплексного управления запасами и дебиторской задолженностью, но и здесь есть свои недостатки. Согласно моделям Томпсона, Ченда-Варда, Чанга, Рачамадугу, Кима-Чанга с использованием метода NPV получается такое же решение, как и в модели EOQ, так как авторы используют одинаковую процентную став-

ку, как для заемных средств, так и для собственных. Другими словами, данные модели сохраняют недостатки модели ЕОQ. По той же причине модель, предложенная Чепменом и др. (случай 4), является так же неверной. Что же касается моделей, разработанных Чепменом и др. (случай 1 и 2), то они разработаны для случая, когда отсрочка платежа распространяется только на остаточный запас товаров, что не совсем соответствует реальной ситуации в области товарного кредита.

В области же управления денежными средствами существует точно такая же проблема, как и в области управления запасами. Все широко известные модели управления денежными средствами Баумола-Тобина, Миллера-Орра, Френкеля-Йовановича и др. авторов основаны на предположении, что организации используют для оплаты своих расходов только собственные средства. Это предположение выглядит нереальным для большинства предприятий Беларуси. Другими словами, так же как и в модели ЕОQ отсутствует разграничительная линия между собственными и заемными средствами.

В моделях комплексного управления денежными средствами и кредиторской задолженностью Бар-Илана, Огдена-Сандарама, Спренкле-Миллера хоть и присутствуют заемные средства, однако игнорирование порядка денежных поступлений, как и в модели Баумола, делает непригодным применение данной модели в отношении любой коммерческой организации. Кроме того, в качестве кредиторской задолженности данными моделями рассматривается только банковский кредит, кредиторская задолженность при этом не учитывается.

Что же касается моделей комплексного управления запасами и денежными средствами Фиджа-Паркина, Сантомеро, Гроссмана-Полицано, то они представляют собой наложение моделей Тобина и ЕОQ, а потому имеют те же самые недостатки. Совсем другое дело модель Кловера-Ховвита. Здесь принимается, что покупка ценных бумаг происходит после каждого поступления денежных средств, а продажа ценных бумаг – после каждой закупки товаров, что также не совсем соответствует реалиям экономики предприятия. Кроме этого, в данной модели присутствует условие строгой синхронизации поступлений и расходования денежных средств, что также труднодостижимо в реальных условиях.

Наиболее проработанной с точки зрения финансирования является модель комплексного управления запасами, денежными средствами с учетом краткосрочных обязательств Халея-Хиггинса, и именно ее мы будем использовать для разработки теоретической модели комплексного управления оборотными активами и источниками их покрытия. В данной модели присутствует разграничительная линия между собственными и заемными средствами выраженная через величину торгового кредита (кредиторской задолженности поставщику). Однако и здесь есть недостатки – авторами в качестве кредиторской задолженности учитываются только расчеты с поставщиками по конкретно рассматриваемому товару (товару, для которого производится расчет оптимального размера заказа). Но совсем не учитывается величина чистых оборотных активов, расчеты с поставщиками по другим видам товаров, расчеты по оплате труда, расчеты по налогам и сборам, расчеты с заказчиками, расчеты по социальному обеспечению и страхованию и прочие расчеты.

Основные недостатки целевых функций, применяемых для управления оборотными активами.

Для управления оборотными активами используются в основном три целевые функции – минимизация средних совокупных издержек, что равносильно максимизации прибыли; максимизация чистой текущей стоимости; максимизация рентабельности. Данный обзор показывает, что единственной целевой функцией, учитывающей хоть в какой-то мере обеспечение платежеспособности предприятия, является минимизация средних совокупных издержек при ограничении, накладываемом на размер капитала, вложенного в запасы. Однако определение норматива материальных оборотных средств E (1.15) выглядит довольно затруднительной задачей, например, при комплексном управлении запасами с учетом кредиторской задолженности.

Другими словами, с помощью рассмотренных выше целевых функций довольно сложно достичь одной из целей управления оборотными активами – обеспечение платежеспособности предприятия. С позиции повседневной деятельности важнейшей финансово-хозяйственной характеристикой предприятия является его ликвидность, т. е. способность вовремя гасить краткосрочную кредиторскую задолженность. Для любого предприятия достаточный уровень ликвидности является одной из важнейших характеристик стабильности хозяйственной деятельности. Потеря ликвидности чревата не только дополнительными издержками, но и периодическими остановками производственного процесса.

Выводы. Прежде всего, еще раз подчеркнем, что нет ни одной модели управления оборотными активами, которая учитывала бы финансовое состояние предприятия. Другими словами, управление оборотными активами осуществляется без точного определения источников их покрытия. Параметры управления оборотными активами не зависят от финансовой ситуации предприятия, что определяет одинаковый подход к управлению оборотными активами в условиях финансово устойчивого предприятия и предприятия на грани банкротства. Но невозможно получить одинаковые издержки от функционирования оборотных активов при одинаковых параметрах управления и различной финансовой ситуации. Под финансовой ситуацией понимается сравнительно долгосрочная финансовая позиция предприятия, определяемая на основании долгосрочных величин – внеоборотных активов, собственного капитала, долгосрочных обязательств (на основании данных величин и рассчитываются чистые оборотные активы).

В области управления оборотными активами проведено множество теоретических исследований, но ни один из авторов не рассматривает управление всеми составляющими оборотных активов в комплексе. Ведь изменение в политике управления дебиторской задолженностью может повлиять на результат управления запасами, денежными средствами и наоборот. Хотя и были попытки рассмотреть комплексное управление несколькими составляющими оборот-

ных активов, но практического применения они не нашли ввиду недостаточной их проработки.

Поэтому, чтобы устранить вышеперечисленные недостатки имеет смысл разработать модель комплексного управления оборотными активами и источниками их покрытия. Для достижения поставленной цели необходимо разработать метод установления функциональной взаимосвязи между изменением составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени и параметрами управления этими процессами, стратегию финансирования оборотных активов, метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов. В результате данная модель позволит оптимизировать величину запасов, денежных средств, дебиторской задолженности, краткосрочных кредитов и кредиторской задолженности. Другими словами – оптимизировать структуру и объем оборотных активов и источников их покрытия.

Управление составляющими оборотных активов осуществляется только на основании обеспечения максимального эффекта или эффективности деятельности предприятия и совсем не учитывается обеспечение его платежеспособности. Поэтому наряду с новой моделью комплексного управления оборотными активами будут разработаны и новые целевые функции управления, которые учитывали бы как достижение максимального эффекта (эффективности) деятельности предприятия, так и обеспечение его платежеспособности. Таким образом, наряду с оптимизацией объема и структуры оборотных активов и источников их покрытия мы также оптимизируем и ликвидность предприятия.

ГЛАВА 2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ИЗМЕНЕНИЯ ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ, ТЕКУЩИХ ПАССИВОВ ВО ВРЕМЕНИ

2.1. Зависимость между изменением составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени и параметрами управления этими процессами

Изменение материальных запасов (материальных оборотных активов) во времени – процесс, который зависит, прежде всего, от логистической концепции, применяемой на предприятии – РР или ЛТ (см. разд. 1.2) и от стратегии управления материальными запасами. Кроме этого, изменение материальных запасов во времени зависит (см. рис. 1.3) от характера спроса (статический или динамический, детерминированный или стохастический), от количества продуктов (однопродуктовые или многопродуктовые системы), от количества стадий производства (одноуровневые или многоуровневые системы).

Совокупность правил, по которым принимаются решения в области управления запасами, называются стратегией (моделью) управления запасами. Каждая стратегия управления запасами в логистической системе связана с определенными издержками (см. разд. 1.3). С практической точки зрения наибольший интерес представляют оптимальные стратегии управления запасами, причем критерий оптимизации должен соответствовать цели функционирования логистической системы. Применительно к управлению запасами суть оптимального решения состоит в том, чтобы сформулировать два следующих правила:

1. Когда запасы подлежат пополнению (момент заказа);
2. Объем пополнения запасов (размер заказа).

Другими словами, эта стратегия дает возможность рассчитывать время и объем каждого очередного пополнения запасов, т.е. основные параметры управляющего решения.

Оперативные решения, касающиеся момента (точки) и размера заказа, реализуются с помощью выбранной модели управления запасами. В табл. 2.1. приведены четыре основных вида моделей управления запасами: заказ фиксированного или переменного количества в сочетании с фиксированным или переменным периодом между заказами.

Таблица 2.1 – Основные виды моделей (стратегий) управления запасами

Период между заказами	Размер заказа	
	Фиксированный Q	Переменный $Q(S)$, т.е. пополнение до целевого уровня S
Переменный $T(s)$, т.е. непрерывная проверка уровня запасов	Q, s	S, s
Фиксированный T , т.е. периодическая проверка уровня запасов	Q, T	S, T

где Q – заказ фиксированного количества Q ;

$Q(S)$ – заказ до максимального уровня запаса S ;

$T(s)$ – заказ в момент уровня запаса s ;

T – размещение заказа в каждый период времени T .

Эффективное использование любой модели требует правильного определения параметров управления запасами (Q, s, S, T) . Отметим, что модели, приведенные в табл. 2.1, применяются только при использовании логистической концепции RP. Далее рассмотрим более подробно основные модели управления запасами и изменения материальных запасов соответствующие им при стохастическом характере спроса, применительно к управлению запасами материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции.

Запасы материальных ресурсов. Модель с фиксированным размером заказа (с фиксированной партией поставки) (Q, s) [31, с. 311-314], [46, с. 418-420], [50, с. 251-252] основана на непрерывной проверке фактического уровня запаса. В этой модели управления запасами размер заказа является величиной постоянной $Q = const$. Интервалы времени, через которые проводится размещение заказа, в этом случае могут быть разные. Нормируемыми величинами в этой системе являются размер заказа Q , размер запаса в момент размещения заказа (точка заказа s). Заказ на поставку размещается при уменьшении наличного запаса до точки заказа s . Точка заказа s – это средний спрос на материальные ресурсы в течение времени выполнения заказа L , плюс страховой запас.

Рассмотрим динамику изменения запаса материальных ресурсов во времени (см. рис. 2.1), которая зависит от параметров управления (Q, s) . Запас неравномерно расходуется во времени, пока не достигнет точки заказа s в момент времени $T_1(s)$. При достижении запасом уровня s размещается заказ на пополнение запаса, а оставшийся запас продолжает неравномерно расходоваться в течение времени L до величины $(s - d_L)$ (где d_L – потребление материальных ресурсов за время выполнения заказа L , d_L^{max} – максимальное потребление запаса за время L , d_L^{min} – минимальное потребление запаса за время L), пока в момент времени $t = T_1(s) + L$ не прибудет заказанная партия материальных ресурсов размером Q и запас пополнится до величины $(Q + s - d_L)$. Интенсивность потребления запаса за время выполнения заказа L изменяется и если не рассматривать возможность дефицита запасов, то точка заказа $s = d_L^{max}$.

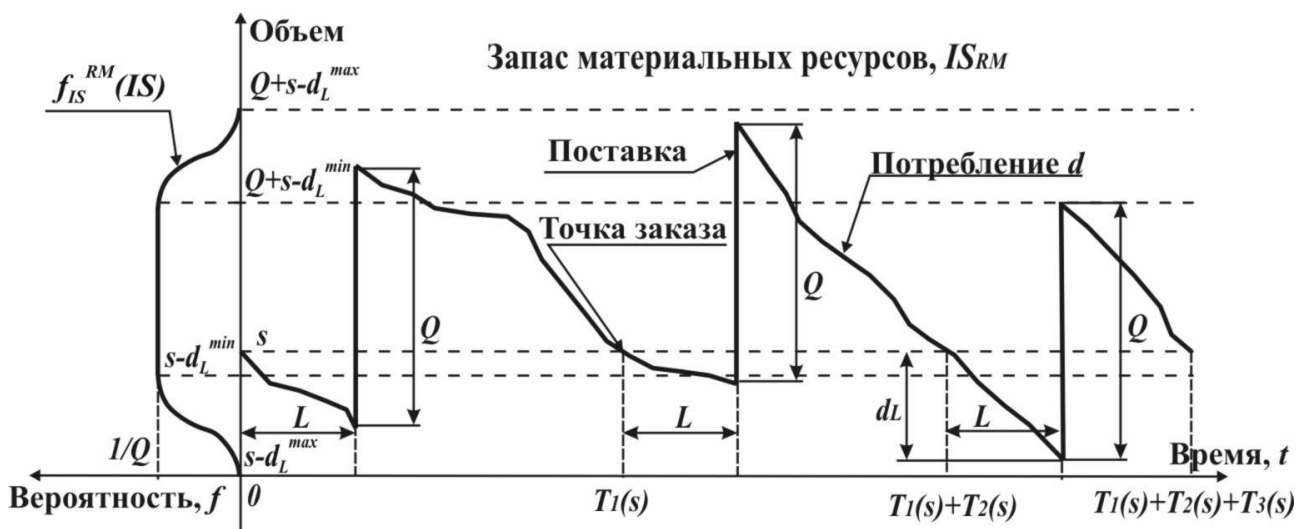


Рисунок 2.1 – Изменение запаса материальных ресурсов во времени для модели (Q, s)

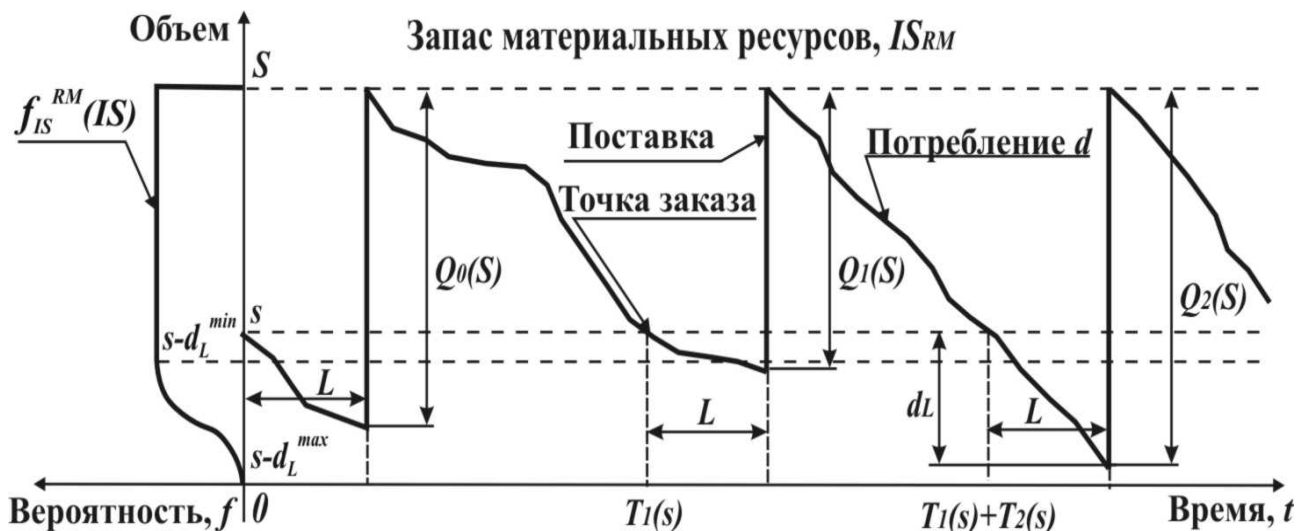


Рисунок 2.3 – Изменение запаса материальных ресурсов во времени для модели (S,s)

Модель с фиксированным размером заказа и фиксированной периодичностью пополнения запаса до максимального уровня (Q,T) [28, с. 298-299]. Размер заказа и периодичность контроля запасов являются постоянными величинами, т.е. заказ на поставку величиной Q размещается через равные интервалы времени T .

Модель с двумя фиксированными уровнями и с фиксированной периодичностью заказа (S,s,T) [28, с. 300-301], [31, с. 316-319], [50, с. 253-254] представляет собой комбинацию моделей (S,s) и (S,T) . Если размер запаса снижается до точки заказа s , еще до истечения установленного периода заказа T , то делается внеочередной заказ величиной $Q(S) = S - s + d_L$. В остальных случаях система функционирует как система с фиксированной периодичностью заказа (S,T) , т.е. независимо от уровня запаса заказ оформляется через фиксированные промежутки времени T . Размер заказа равен $Q(S) = S - \text{текущий запас} + d_L = d_T$.

Запасы незавершенного производства. Для управления запасами незавершенного производства и готовой продукции также можно использовать приведенные в табл. 2.1 модели управления запасами, несколько видоизменив их. В моделях управления запасами материальных ресурсов пополнение запаса происходит мгновенно. Однако при рассмотрении запасов незавершенного производства и готовой продукции нельзя пренебрегать временем пополнения запаса, в течение которого производится определенный объем продукции. В этом случае пополнение запасов происходит с определенной постоянной интенсивностью во времени pr (количество продукции, выпускаемой в единицу времени).

При рассмотрении запасов незавершенного производства, можно утверждать, что пополнение pr_+ и расходование запасов pr_- происходит с постоянной интенсивностью во времени, и для управления запасами можно использовать аналог модели с фиксированным размером заказа – модель с фиксированной производственной партией (Q,s) (см. рис. 2.4).

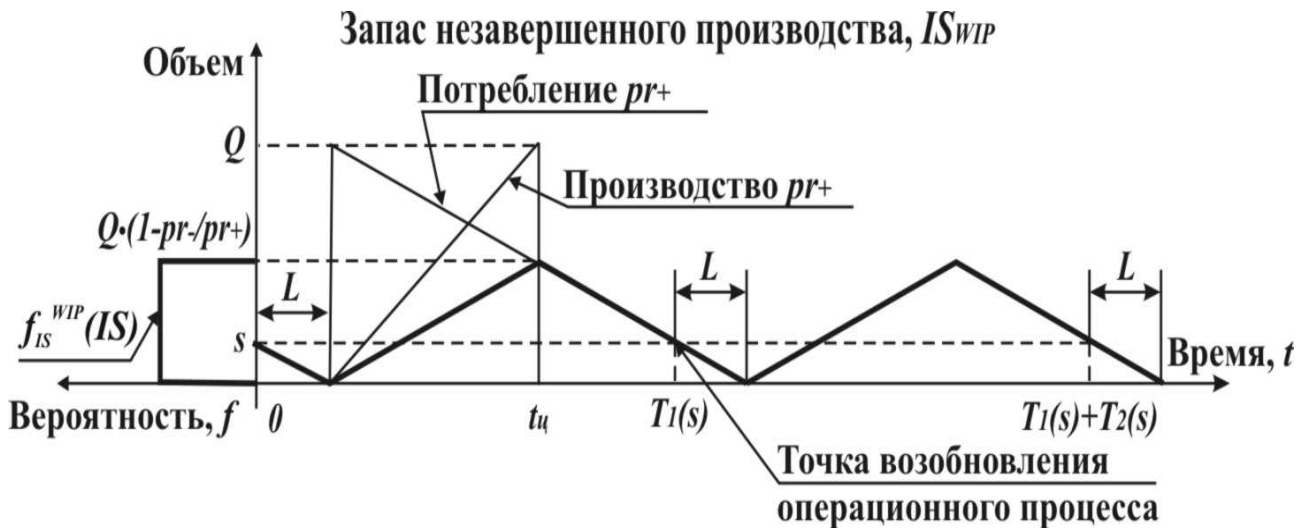


Рисунок 2.4 – Изменение запаса незавершенного производства во времени для модели (Q, s)

Сначала запас незавершенного производства увеличивается в соответствии с разницей интенсивностей производства pr_+ и потребления pr_- до величины $Q \cdot (1 - pr_- / pr_+)$ в момент времени $t=t_u$ (где t_u – длительность операционного цикла), а затем уменьшается в соответствии с интенсивностью потребления pr_- после окончания операционного процесса до величины $s = pr_- \cdot L$ (точки возобновления операционного процесса) в момент времени $t=T_1(s)$, после чего начинается новый операционный процесс. Однако непосредственно выпуск продукции начинается в момент времени $t=T_1(s)+L$, в данном случае L – это время, необходимое на подготовительно-заключительные операции.

Учитывая, что потребление и производство готовой продукции происходит с постоянной интенсивностью во времени, модель изображенная на рис. 2.4 представляет собой модель EPQ (Economic Production Quantity или экономичной производственной партии) [25, с. 161-162], [44, с. 295-296], [46, с. 412], [51], [55, с. 181-185].

Запасы готовой продукции. При рассмотрении запасов готовой продукции, можно утверждать, что только пополнение pr происходит с постоянной интенсивностью во времени.

Для управления запасами можно также использовать модель с фиксированной производственной партией (Q, s) . Динамика изменения запаса готовой продукции во времени для модели (Q, s) приведена на рис. 2.5. Сначала запас готовой продукции увеличивается в соответствии с разницей интенсивностей производства pr и потребления d до величины $Q - d_{T_u} + s - d_L$ (где d_{T_u} – потребление готовой продукции за время T_u) в момент времени $t=T_u$ (где T_u – длительность производственного цикла), а затем после окончания производственного процесса уменьшается в соответствии с интенсивностью потребления d до величины $s = d_L^{max}$ (точки возобновления производственного процесса) в момент времени $t=T_1(s)$, после чего начинается новый производственный процесс.

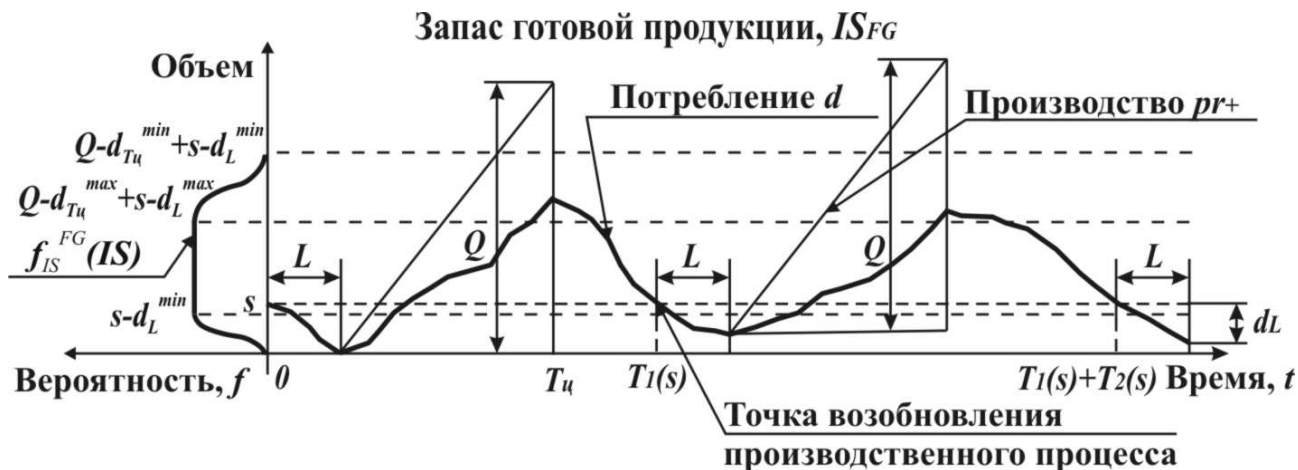


Рисунок 2.5 – Изменение запаса готовой продукции во времени для модели (Q,s)

Непосредственно выпуск готовой продукции начинается в момент времени $t=T_1(s)+L$, в данном случае L – это период развертывания производственного процесса (период времени между началом производственного процесса и началом выпуска готовой продукции). В модели (Q,s) продолжительность производственного процесса $T_u = \frac{Q}{pr}$ постоянна.

Модель с фиксированной периодичностью возобновления производственного процесса (S,T) . Производственный процесс при данной стратегии возобновляется через равные промежутки времени T . По результатам контроля запаса готовой продукции определяется размер производственной партии, равный $Q(S) = S - \text{текущий запас} + d_L = d_T$, при этом продолжительность производственного цикла является величиной переменной $T_u = \frac{d_T}{pr}$. При отсутствии дефицита запасов максимальный размер производственной партии составит $S = d_T^{max}$.

Динамика изменения запаса готовой продукции во времени для модели (S,T) приведена на рис. 2.6.



Рисунок 2.6 – Изменение запаса готовой продукции во времени для модели (S,T)

Модель с двумя фиксированными уровнями (S,s) имеет сходство с моделью (Q,s) . Однако размер производственной партии $Q(S) = S - s + d_L$ определяется максимальным уровнем S , при этом продолжительность производственного

цикла является величиной переменной $T_u = \frac{S - s + d_L}{pr}$. Динамика изменения за-

паса готовой продукции во времени для модели (S,s) приведена на рис. 2.7.

Изменение материальных запасов во времени для любой модели управления запасами представляет собой некоторый стохастический процесс, характеризующийся случайным характером параметров, которые в каждый момент времени принимают определенную величину с известной степенью вероятности (см. рис. 2.1-2.7). Величина материальных запасов IS_{RM} , IS_{WIP} , IS_{FG} в текущий момент времени представляет собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{IS}^{RM}(IS)$, $f_{IS}^{WIP}(IS)$, $f_{IS}^{FG}(IS)$. Отметим, что величина материальных запасов IS_{RM} , IS_{WIP} , IS_{FG} в текущий момент времени и распределения вероятностей $f_{IS}^{RM}(IS)$, $f_{IS}^{WIP}(IS)$, $f_{IS}^{FG}(IS)$ зависят от параметров управления изменением материальных запасов во времени (Q,s,S,T) . В дальнейшем, в качестве основных параметров управления изменением материальных запасов во времени будем использовать Q – размер заказа, и s – точку заказа, другими словами, используется модель с фиксированным размером заказа (Q,s) и модель с фиксированной производственной партией (Q,s) . Поскольку модели (Q,s) являются более экономичными в условиях стохастического спроса по сравнению с моделями (S,T) и более простыми, с точки зрения определения параметров управления, по сравнению с моделями (S,s) . Однако в качестве параметров управления вместо (Q,s) можно также использовать (S,s) , (S,T) или (S,s,T) .

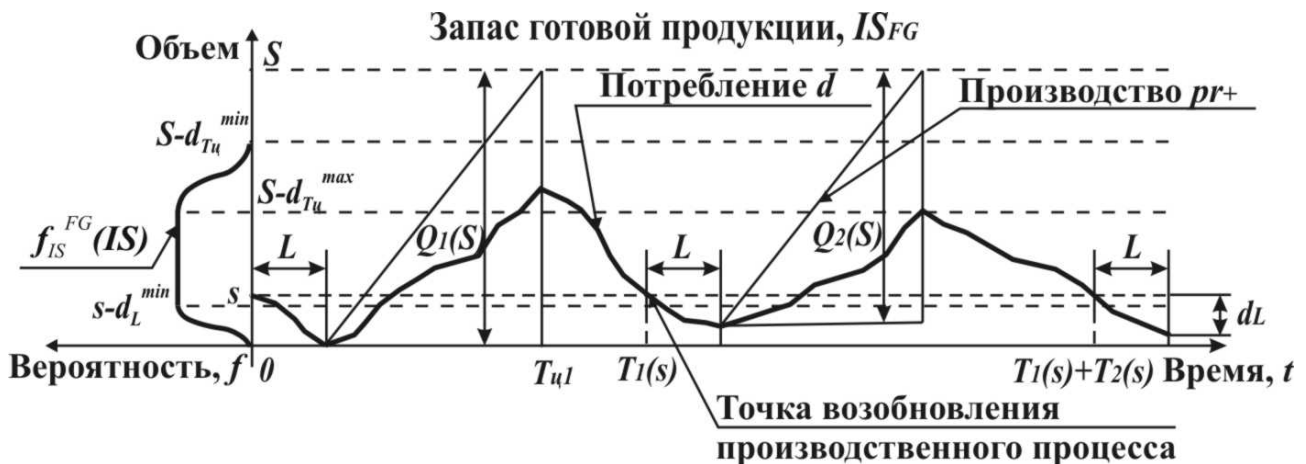


Рисунок 2.7 – Изменение запаса готовой продукции во времени для модели (S,s)

Совокупный материальный запас IS представляет собой сумму случайных величин:

$$IS = \sum IS_{RM} + \sum IS_{WIP} + \sum IS_{FG} \quad (2.1)$$

Тогда при условии независимого изменения различных видов запасов распределение вероятностей совокупного материального запаса $f_{IS}(IS)$ можно определить при помощи следующего выражения

$$f_{IS}(IS) = \prod f_{IS}^{RM}(IS) \cdot \prod f_{IS}^{WIP}(IS) \cdot \prod f_{IS}^{FG}(IS) \quad (2.2)$$

В данном подразделе мы будем рассматривать изменение совокупного материального запаса (материальных оборотных активов) во времени, как некоторый стохастический процесс (см. рис. 2.8), который зависит от параметров управления (Q, s) (где Q – множество размеров заказов, s – множество точек заказа). На начало периода предприятие имеет на своем балансе запасов на величину IS_b , с течением времени данная величина меняется в определенных пределах и в текущий момент времени составляет $IS = IS_b + \Delta IS$, на конец периода данная величина составляет IS_e . Величина запасов IS в текущий момент времени представляет собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{IS}(IS)$, математическое ожидание составляет \overline{IS} .

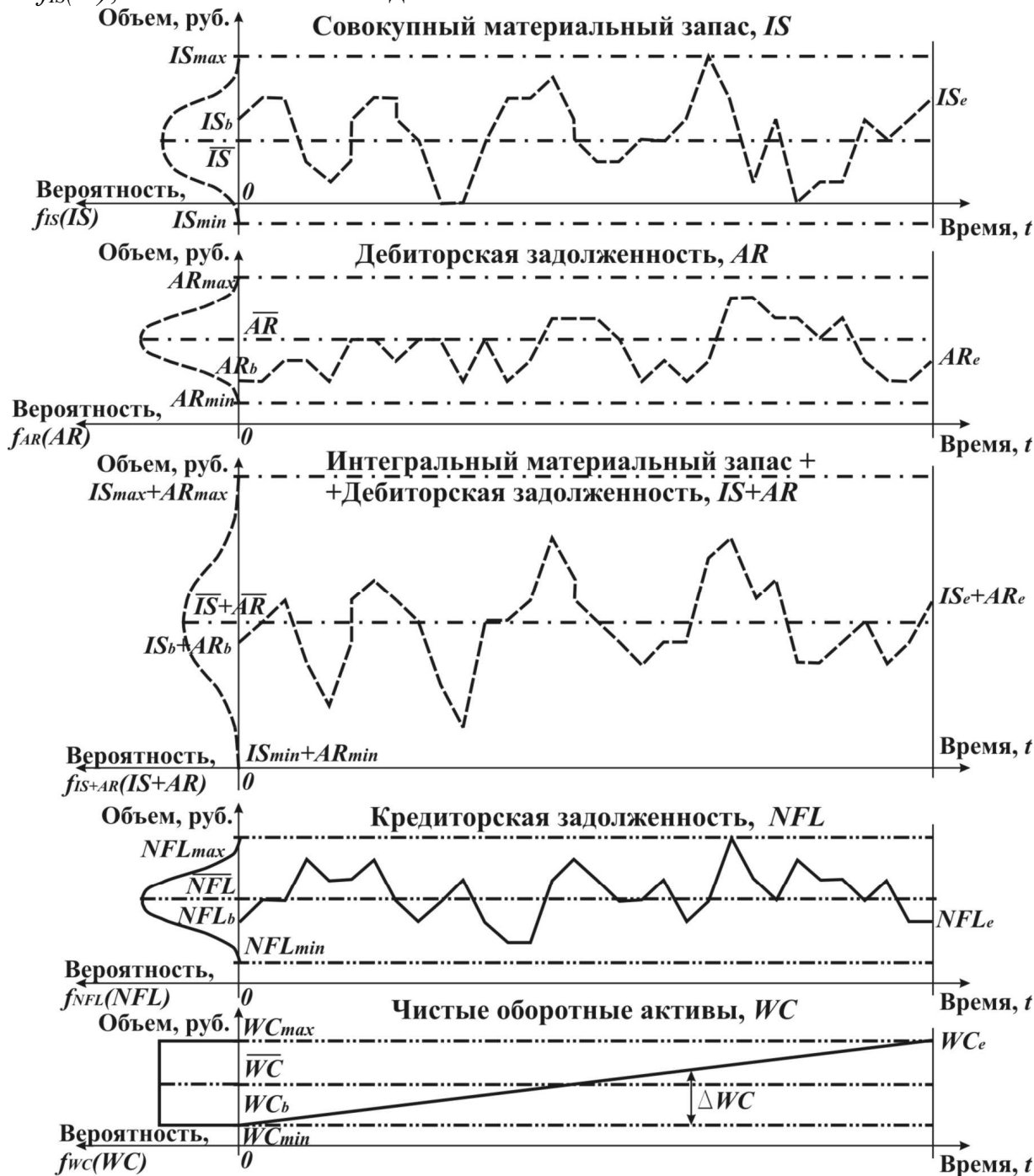


Рисунок 2.8 – Изменение совокупного материального запаса, дебиторской задолженности, кредиторской задолженности, чистых оборотных активов во времени

Изменение дебиторской задолженности во времени AR по аналогии с изменением совокупного материального запаса также представляет собой некоторый стохастический процесс (см. рис. 2.8). Величина дебиторской задолженности AR в текущий момент времени представляет собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{AR}(AR)$, математическое ожидание составляет \overline{AR} .

Дебиторская задолженность по отдельному виду готовой продукции зависит, прежде всего, от величины периода расчетов с заказчиками T^{AR} .

$$AR_j(T_j^{AR}) = p_j \cdot d_j^{T^{AR}}, \quad (2.3)$$

где p_j – цена реализации j -ого вида готовой продукции;

$d_j^{T^{AR}}$ – спрос на j -ый вид готовой продукции за период расчетов с заказчиками T_j^{AR} ;

Учитывая, что спрос на готовую продукцию носит стохастический характер, дебиторская задолженность покупателей и заказчиков AR_j по j -тому виду выпускаемой продукции представляет собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с распределением вероятностей $f_j^{AR}(AR_j)$.

Суммарная дебиторская задолженность AR представляет собой сумму случайных величин дебиторской задолженности покупателей и заказчиков AR_j и прочей дебиторской задолженности AR_o (расчеты с учредителями по вкладам в уставной фонд, расчеты с разными дебиторами и кредиторами, прочая дебиторская задолженность).

$$AR(T^{AR}) = \sum AR_j(T_j^{AR}) + AR_o \quad (2.4)$$

Тогда при условии независимого изменения различных видов дебиторской задолженности распределение вероятностей суммарной дебиторской задолженности $f_{AR}(AR)$ можно определить при помощи следующего выражения

$$f_{AR}(AR) = f_o^{AR}(AR_o) \cdot \prod f_j^{AR}(AR_j) \quad (2.5)$$

Ожидаемая величина дебиторской задолженности предприятия определяется исходя из следующего выражения

$$\overline{AR}(T^{AR}) = \int_{-\infty}^{+\infty} AR \cdot f_{AR}(AR) dAR \quad (2.6)$$

Сумма совокупного материального запаса и дебиторской задолженности $IS+AR$ в текущий момент времени представляет собой сумму случайных величин, которые изменяются в соответствии с распределением вероятностей $f_{IS+AR}(IS+AR)$, математическое ожидание составляет $\overline{IS} + \overline{AR}$.

$$f_{IS+AR}(IS + AR) = f_{IS}(IS) \cdot f_{AR}(AR) \quad (2.7)$$

Изменение кредиторской задолженности во времени. Краткосрочные обязательства CL можно подразделить на две основные части: краткосрочные кредиты и займы LC и кредиторскую задолженность NFL (расчеты с поставщиками и заказчиками, расчеты по оплате труда, расчеты по налогам и сборам, расчеты по социальному обеспечению и страхованию и прочие расчеты).

$$CL = LC + NFL \quad (2.8)$$

Изменение кредиторской задолженности NFL во времени также представляет собой некоторый стохастический процесс (см. рис. 2.8). Величину кредиторской задолженности NFL в текущий момент времени можно представить в виде случайной величины, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{NFL}(NFL)$, математическое ожидание составляет \overline{NFL} .

Кредиторская задолженность по отдельному виду материальных ресурсов зависит, прежде всего, от величины периода расчетов с поставщиками T^{NFL} .

$$LS_j(T_j^{NFL}) = c_j \cdot d_j^{T^{NFL}}, \quad (2.9)$$

где c_j – стоимость единицы j -ого вида материальных ресурсов;

$d_j^{T^{NFL}}$ – спрос на j -ый вид материальных ресурсов за период расчетов с поставщиками T_j^{NFL} ;

Учитывая, что спрос на готовую продукцию носит стохастический характер, расчеты с поставщиками и подрядчиками LS_j по j -тому виду материальных ресурсов представляют собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с распределением вероятностей $f_j^{LS}(LS_j)$.

Суммарная кредиторская задолженность NFL представляет собой сумму случайных величин расчетов с поставщиками LS_j , расчетов по налогам и сборам TaD , расчетов по социальному страхованию и обеспечению ASI , расчетов по оплате труда AW , прочих расчетов OD (расчеты по прочим операциям с персоналом, расчеты с акционерами по выплате дивидендов, расчеты с разными кредиторами).

$$NFL(T^{NFL}) = \sum LS_j(T_j^{NFL}) + TaD + ASI + AW + OD \quad (2.10)$$

$$TaD = Tax \cdot \frac{T_{TaD}}{T_o}, \quad (2.11)$$

$$ASI = SI \cdot \frac{T_{ASI}}{T_o}, \quad (2.12)$$

$$AW = W \cdot \frac{T_{AW}}{T_o}, \quad (2.13)$$

где T_{TaD} – период расчетов по налогам и сборам;

T_{ASI} – период расчетов по социальному страхованию и обеспечению;

T_{AW} – период расчетов по оплате труда;

T_o – период планирования;

Tax – общая величина налогов и сборов за период планирования;

SI – величина отчислений по социальному страхованию и обеспечению за период планирования;

W – величина расходов на оплату труда за период планирования.

Распределение вероятностей суммарной кредиторской задолженности $f_{NFL}(NFL)$ можно определить при помощи следующего выражения

$$f_{NFL}(NFL) = f_{TaD}(TaD) \cdot f_{ASI}(ASI) \cdot f_{AW}(AW) \times \\ \times f_{OD}(OD) \cdot \prod f_j^{LS}(LS_j) \quad (2.14)$$

Ожидаемая величина кредиторской задолженности предприятия определяется исходя из следующего выражения

$$\overline{NFL}(T^{NFL}) = \int_{-\infty}^{+\infty} NFL \cdot f_{NFL}(NFL) dNFL \quad (2.15)$$

Изменение запаса денежных средств во времени. В мировой учётно-аналитической практике применяют, как правило, один из двух методов построения денежных (финансовых) потоков, известных как прямой и косвенный методы. Движение денежных средств в разрезе видов деятельности представлено в табл. 2.2 (косвенный метод).

Рассмотрим изменение внеоборотных активов, собственного капитала и долгосрочных обязательств во времени (см. рис. 2.9). На начало планового периода величина внеоборотных активов составляет LTA_b , изменение величины внеоборотных активов происходит за счет амортизационных отчислений Ao и за счет приобретения (продажи) активов ΔLTA .

$$LTA = LTA_b - Ao + \Delta LTA \quad (2.16)$$

Величина собственного капитала на начало планового периода составляет EC_b , изменение величины собственного капитала происходит за счет чистой прибыли NP и за счет дополнительных взносов акционеров, выплаты дивидендов, выкупа акций ΔEC .

$$EC = EC_b + NP + \Delta EC \quad (2.17)$$

Таблица 2.2 – Отчет о движении денежных средств

№ п/п	Виды притоков и оттоков денежных средств	Обозначение
1	Основная деятельность	
1.1	Чистая прибыль	NP
1.2	Амортизация	Ao
1.3	Изменение суммы текущих активов (запасов и дебиторской задолженности)	$\Delta IS + \Delta AR$
1.4	Изменение суммы кредиторской задолженности (краткосрочных обязательств за вычетом краткосрочных кредитов)	ΔNFL
2	Инвестиционная деятельность	
2.1	Изменение суммы внеоборотных активов	ΔLTA
3	Финансовая деятельность	
3.1	Изменение суммы долгосрочной задолженности	ΔLTD
3.2	Изменение величины собственного капитала	ΔEC
	Суммарное изменение денежных средств (сумма по п. 1-3)	ΔCS

На начало планового периода величина долгосрочных обязательств составляет LTD_b , изменение величины долгосрочных обязательств происходит за счет погашения или привлечения долгосрочных кредитов и займов ΔLTD .

$$LTD = LTD_b + \Delta LTD \quad (2.18)$$

Чистые оборотные активы в текущий момент времени равны

$$\begin{aligned} WC &= WC_b + \Delta WC = EC + LTD - LTA = \\ &= WC_b + NP + \Delta EC + \Delta LTD + Ao - \Delta LTA \end{aligned} \quad (2.19)$$

Другими словами, изменение чистых оборотных активов ΔWC происходит за счет чистой прибыли NP , дополнительных взносов акционеров, выплаты дивидендов, выкупа акций ΔEC , погашения или привлечения долгосрочных кредитов и займов ΔLTD , амортизации Ao и приобретения (продажи) внеоборотных активов ΔLTA . Величина чистых оборотных активов WC в текущий момент времени также представляет собой случайную величину, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{WC}(WC)$ (см. рис. 2.8 – изменения чистых оборотных активов во времени).

Тогда из табл. 2.2 получим выражение для определения суммарного изменения денежных средств

$$\begin{aligned} \Delta CS &= NP + \Delta EC + \Delta LTD + Ao - \Delta LTA - (\Delta IS + \Delta AR) + \Delta NFL = \\ &= \Delta WC - (\Delta IS + \Delta AR) + \Delta NFL \end{aligned} \quad (2.20)$$

Величину совокупного запаса денежных средств CS можно получить из выражения подобного (2.20)

$$CS = WC - (IS + AR) + NFL \quad (2.21)$$

Учитывая, что IS , AR , NFL , WC случайные величины, то и совокупный запас денежных средств CS также является случайной величиной, которая изменяется в соответствии с некоторым распределением вероятностей $f_{CS}(CS)$, математическое ожидание составляет \overline{CS} (см. рис. 2.9).

$$f_{CS}(CS) = f_{IS}(-IS) \cdot f_{AR}(-AR) \cdot f_{NFL}(NFL) \cdot f_{WC}(WC) \quad (2.22)$$

Поскольку изменение запаса денежных средств во времени зависит от изменения материальных оборотных активов (2.21), параметры управления изменением материальных оборотных активов во времени (Q, s) можно рассматривать как параметры управления изменением запаса денежных средств. Кроме этого, изменение запаса денежных средств во времени взаимосвязано с изменением дебиторской и изменением кредиторской задолженности и, таким образом, период расчетов с заказчиками T^{AR} и период расчетов с поставщиками T^{NFL} можно рассматривать как параметры управления изменением запаса денежных средств во времени.

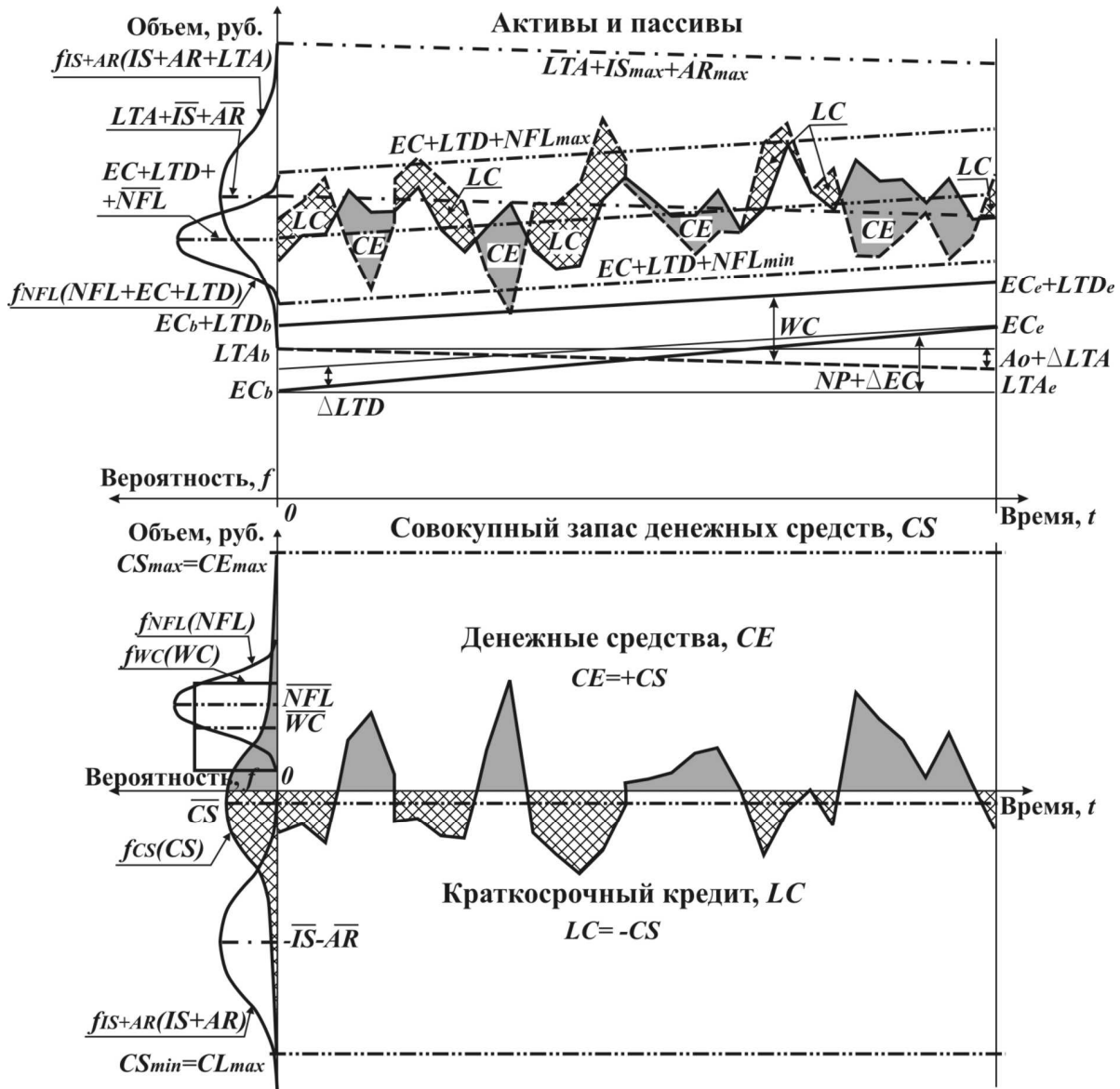


Рисунок 2.9 – Изменение активов и пассивов, и совокупного запаса денежных средств во времени

Если в текущий момент времени совокупный запас денежных средств CS получился положительным (серая область на рис. 2.9), то у предприятия в данный момент имеются свободные денежные средства CE . Если же в текущий момент времени совокупный запас денежных средств CS получился отрицательным (перекрестная штриховка на рис. 2.9), то у предприятия в данный момент наблюдается дефицит денежных средств, который необходимо покрыть за счет краткосрочных кредитов и займов LC .

2.2 Стратегии финансирования оборотных активов

В теории финансового менеджмента принято выделять различные стратегии финансирования оборотных активов в зависимости от отношения менеджера к выбору источников покрытия варьирующей (переменной) их части, т.е. к выбору относительной величины чистых оборотных активов. Разработанные в теории финансового управления стратегии финансирования оборотных активов, с

одной стороны, исходят из того, что политика управления ими должна обеспечить поиск компромисса между риском потери ликвидности и эффективностью работы, с другой стороны, при подборе источников финансирования принимается решение, учитывающее срок их привлечения и издержки за использование.

В зависимости от величины удельного веса оборотных активов в составе всех активов выделяются следующие варианты стратегии финансирования оборотными активами: идеальная, агрессивная, консервативная, компромиссная [18]. Выбор той или иной стратегии финансирования сводится к установлению величины долгосрочных пассивов и расчету на ее основе величины чистых оборотных активов WC как разницы между долгосрочными пассивами (суммой собственного капитала и долгосрочных обязательств) и внеоборотными активами (2.19). При этом оборотные активы подразделяются на системную (постоянную) PCA и варьирующую (переменную) VCA части.

В случае применения идеальной стратегии финансирования оборотные активы по величине совпадают с краткосрочными обязательствами ($CA=CL$), т.е. чистые оборотные активы равны нулю ($WC=0$). При консервативной стратегии финансирования оборотные активы покрываются за счет долгосрочных пассивов (собственного капитала и долгосрочных обязательств), т.е. краткосрочные обязательства отсутствуют ($CL=0$) и чистые оборотные активы равны оборотным активам ($WC=CA$). При агрессивной стратегии финансирования системная часть оборотных активов покрывается за счет долгосрочных пассивов, т.е. краткосрочные обязательства равны варьирующей части оборотных активов ($CL=VCA$), а чистые оборотные активы равны системной части оборотных активов ($WC=PCA$). При компромиссной стратегии финансирования вся системная часть и половина варьирующей части оборотных активов покрываются за счет долгосрочных пассивов, т.е. краткосрочные обязательства равны половине варьирующей части оборотных активов ($CL=0,5 \cdot VCA$), а чистые оборотные активы равны сумме системной части и половине варьирующей части оборотных активов ($WC=PCA+0,5 \cdot VCA$).

С практической точки зрения реализация какой-либо из стратегий в том или ином приближении чаще всего осуществляется не путем варьирования долгосрочными источниками финансирования, а управлением величиной оборотных активов и краткосрочных пассивов. Ведь очевидно, что финансировать оборотные (текущие) активы в краткосрочном периоде, которые постоянно меняют свою величину и структуру, за счет варьирования величиной собственного капитала и долгосрочных обязательств невозможно. Прежде всего потому, что долгосрочные пассивы не могут подвергаться столь резким изменениям как оборотные активы.

Поэтому в данной работе нас, прежде всего, будет интересовать финансирование оборотных активов за счет краткосрочных обязательств. Далее в этом разделе будут рассмотрены конкретные стратегии финансирования оборотных активов. В отличие от традиционных стратегий финансирования, здесь главное внимание будет уделяться таким источникам покрытия, как краткосрочные обязательства. Традиционные же стратегии исследуют только величины долгосрочных пассивов, в то время как основная часть оборотных активов финансируется за счет заемных средств.

Стратегия финансирования оборотных активов при хранении денежно-го баланса. Здесь следует сказать, что данная стратегия подобна стратегии предложенной С.К. Гойалом [121], но в значительной степени переработана авторами, чтобы привлечь внимание к наличию чистых оборотных активов WC [5], [74], [140].

Согласно этой стратегии предприятие берет кредит LC (перекрестная штриховка на рис. 2.9) только в том размере, который ему необходим для финансирования запасов IS и дебиторской задолженности AR , и как только на его расчетный счет поступают денежные средства, предприятие погашает кредит.

Поступающие денежные средства предприятие хранит в виде денежного баланса (расчетный счет предприятия) CB , получая за их хранение определенные проценты от банка (депозит до востребования). Однако хранящиеся на расчетном счету денежные средства предприятия (серая область на рис. 2.9) подвергаются инфляции, темпы которой обычно выше, чем процентные ставки по депозитам до востребования, в результате чего предприятие несет убытки от хранения денежного баланса.

Стратегия финансирования оборотных активов при переводе денежно-го баланса в краткосрочные ценные бумаги. Данная стратегия подобна стратегии, предложенной Ц.У. Халеем и Р.Ц. Хиггинсом [125], но в значительной степени переработана авторами, чтобы привлечь внимание к наличию чистых оборотных активов WC (рис. 2.10) [6].

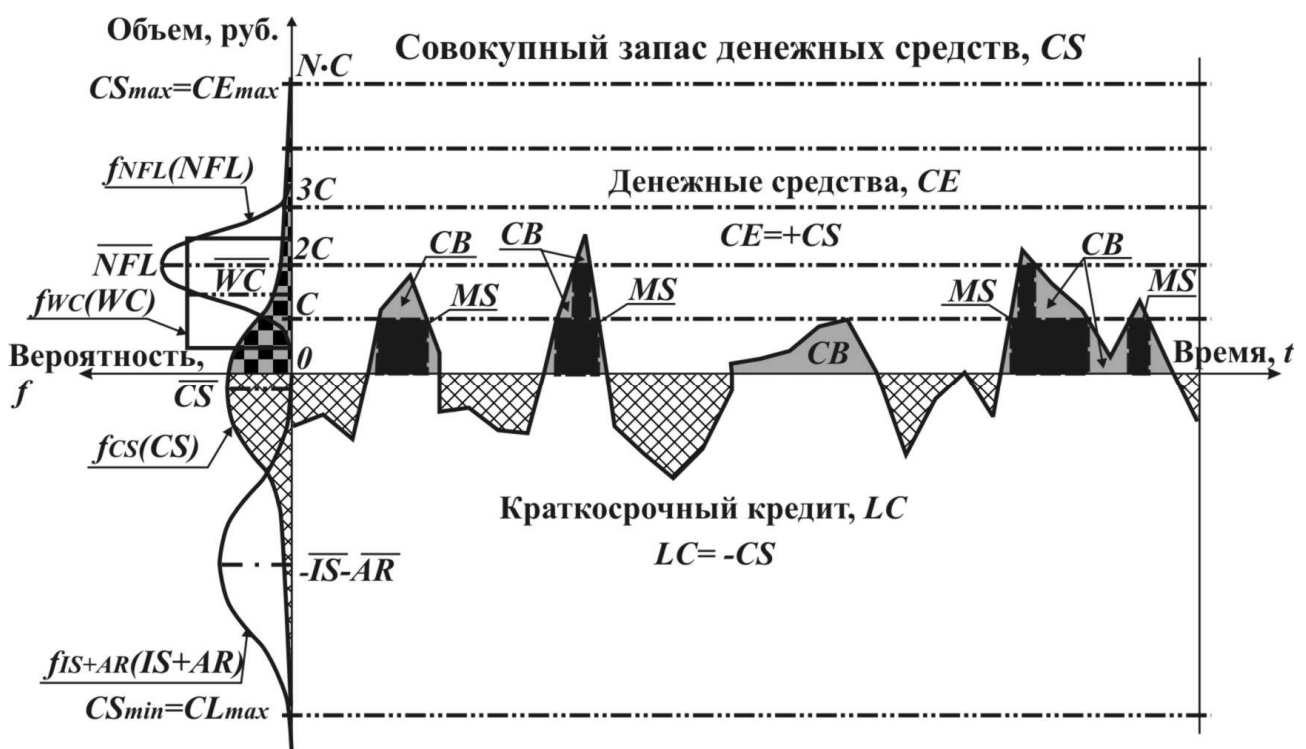


Рисунок 2.10 – Стратегия финансирования оборотных активов на основе перевода денежного баланса в краткосрочные ценные бумаги

Так же как и в предыдущей стратегии, предприятие пользуется краткосрочными кредитами. Предприятие берет кредит LC (перекрестная штриховка на рис. 2.10) только в том размере, который ему необходим для финансирования запасов и дебиторской задолженности.

Чтобы избежать инфляционных потерь, предприятие переводит часть $n \cdot C$ (C – размер пополнения денежного баланса, постоянная величина; n – целое число) свободных денежных средств в краткосрочные ценные бумаги MS (черная область на рис. 2.10), а часть денежных средств остается на расчетном счету предприятия CB (серая область на рис. 2.10), т.е. хранится в виде денежного баланса.

$$CE = CB + MS \quad (2.23)$$

Если денежные средства необходимы для оплаты расходов предприятия и средств денежного баланса CB для этих целей не хватает, то предприятие продает часть $n \cdot C$ ценных бумаг MS , т.е. переводит их назад в денежный баланс. Однако как при переводе денежного баланса в ценные бумаги, так и при переводе ценных бумаг в денежный баланс предприятие несет дополнительные транзакционные издержки. В случае если бы таких издержек не было, предприятие хранило бы все денежные средства в краткосрочных ценных бумагах. Запас денежных средств также определяется при помощи выражения (2.21).

Применительно к условиям белорусского валютно-фондового рынка можно отметить, что отечественные предприятия имеют возможности переводить свободные денежные средства в ценные бумаги или свободно-конвертируемую валюту на очень короткий срок (до 1 месяца), чтобы защитить их от инфляции и получить дополнительную прибыль. Под ценными бумагами прежде всего стоит понимать государственные ценные бумаги (ГЦБ) – государственные краткосрочные облигации (ГКО) со сроком обращения до 1 года и государственные долгосрочные облигации (ГДО) со сроком обращения более 1 года. Данные ГЦБ свободно обращаются на вторичном рынке ценных бумаг в форме торгов на Белорусской валютно-фондовой бирже (БВФБ) и их могут приобретать и продавать через посредников (брокерские конторы) любые юридические лица. Кроме этого, у предприятий есть возможность купли-продажи свободно-конвертируемой валюты через посредников (банки), прежде всего долларов США (USD) и ЕВРО (EUR).

Однако следует отметить, что сделки по купле-продаже государственных ценных бумаг в краткосрочном периоде не отличаются особой доходностью и чаще всего приносят убыток. Кроме этого, в последние годы курсы доллара США и ЕВРО практически не меняются по отношению к белорусскому рублю, поэтому нет смысла конвертировать белорусские рубли в доллары США и ЕВРО, так как данная операция не приносит дохода и не защищает денежные средства от инфляции.

Следует отметить, что у предприятий Республики Беларусь не существует объективной возможности покупки негосударственных ценных бумаг (акций и

Предприятие берет кредит LC (перекрестная штриховка на рис. 2.11) только в том размере, который ему необходим для финансирования запасов IS и дебиторской задолженности AR , и как только на его расчетный счет поступают денежные средства, предприятие погашает кредит. При этом в текущий момент времени предприятие может финансировать депозит за счет краткосрочного кредита. С одной стороны, невыгодно финансировать депозит за счет краткосрочного кредита, потому что процентная ставка по краткосрочному кредиту больше процентной ставки даже по долгосрочному депозиту. Однако, с другой стороны, данная операция может оказаться выгодной, поскольку время хранения долгосрочного депозита превышает время использования краткосрочного кредита. В результате разности процентных ставок и времени использования предприятие может получить дополнительную прибыль от такой финансовой деятельности. Другими словами, предприятию необходимо в определенные промежутки времени финансировать запасы IS и дебиторскую задолженность AR за счет собственного капитала EC , долгосрочных обязательств LTD и кредиторской задолженности NFL , чтобы время хранения депозита превышало время использования краткосрочного кредита.

Запас денежных средств определяется при помощи следующего выражения

$$CS = WC - (IS + AR + Dp) + NFL \quad (2.25)$$

Распределением вероятностей $f_{CS}(CS)$ (см. рис. 2.10) определяется при помощи следующего выражения.

$$f_{CS}(CS) = f_{IS}(-IS) \cdot f_{AR}(-AR) \cdot f_{NFL}(NFL) \cdot f_{WC}(WC - Dp) \quad (2.26)$$

Таким образом, основным параметром управления запасами денежных средств является размер депозитных вкладов Dp . Однако отметим, что вместо хранения депозита, предприятие может выбрать любой другой способ альтернативного использования денежных средств, приносящий определенный доход. Поэтому параметр Dp можно рассматривать как размер альтернативных вложений.

Таким образом, изменение запаса денежных средств во времени зависит от следующих параметров управления: от размеров заказа, точек заказа, размеров производственных партий, точек возобновления производственного процесса (Q,s) (от изменения материальных оборотных активов), от периода расчетов с поставщиками T^{NFL} и заказчиками T^{AR} (от изменения дебиторской и кредиторской задолженностей), от величины альтернативных вложений Dp . Кроме этого, изменение запаса денежных средств во времени зависит и от величины чистых оборотных активов WC (от финансовой ситуации сложившейся на начало периода), которая не является параметром управления.

ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ

Эта глава посвящена непосредственно определению финансового результата от функционирования оборотных активов, на основании изменения материальных запасов, дебиторской задолженности, кредиторской задолженности и запаса денежных средств во времени (см. параграф 2.1). В данной главе разработан метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов для общего случая многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе, структура материального потока для которой приведена на рисунке 3.1.

3.1. Ожидаемый финансовый результат от функционирования оборотных активов

Ожидаемый финансовый результат \overline{FR} от функционирования оборотных активов определяется как разность доходов и издержек от функционирования оборотных активов [73]

$$\begin{aligned} \overline{FR}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) = & \overline{AI}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) - \\ & - \overline{AC}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) = (\overline{ID}(Dp) + \overline{ICB}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp)) - \\ & - (\overline{OC}(Q,T^{AR}) + \overline{SC}(Q,T^{AR}) + \overline{HC}(Q,s) + \overline{DC}(Q,s) + \overline{TC}(Q,T^{AR}) + \\ & + \overline{FC}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) + \overline{IAR}(T^{AR})) \end{aligned} \quad (3.1)$$

где Q – множество размеров заказов $Q = \{Q_{hj}\}$ (h – вид запасов, $h=1,2,3$, если j -тый запас относится к сырью и материалам, то $h=1$, если j -тый запас относится к незавершенному производству, то $h=2$, если j -тый запас относится к готовой продукции, то $h=3$; j – номер запаса для h -ого вида запаса, $j=1,2,\dots,k_h$);

s – множество точек заказа $s = \{s_{hj}\}$;

T^{NFL} – множество средних периодов расчетов с поставщиками $T^{NFL} = \{T_{hj}^{NFL}\}$ (если $h=2$ или $h=3$, то $T_{hj}^{NFL} = 0$, если $h=1$, то $T_{hj}^{NFL} \geq 0$);

T^{AR} – множество средних периодов инкассации $T^{AR} = \{T_{hj}^{AR}\}$ (если $h=2$ или $h=3$, то $T_j^{AR} = 0$, если $h=1$, то $T_{hj}^{AR} \geq 0$);

Dp – размер депозитных вкладов.

$\overline{AI}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp)$ – ожидаемый доход от функционирования оборотных активов;

$\overline{AC}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp)$ – ожидаемые издержки от функционирования оборотных активов;

$\overline{ID}(Dp)$ – реальный доход по депозитным вкладам;

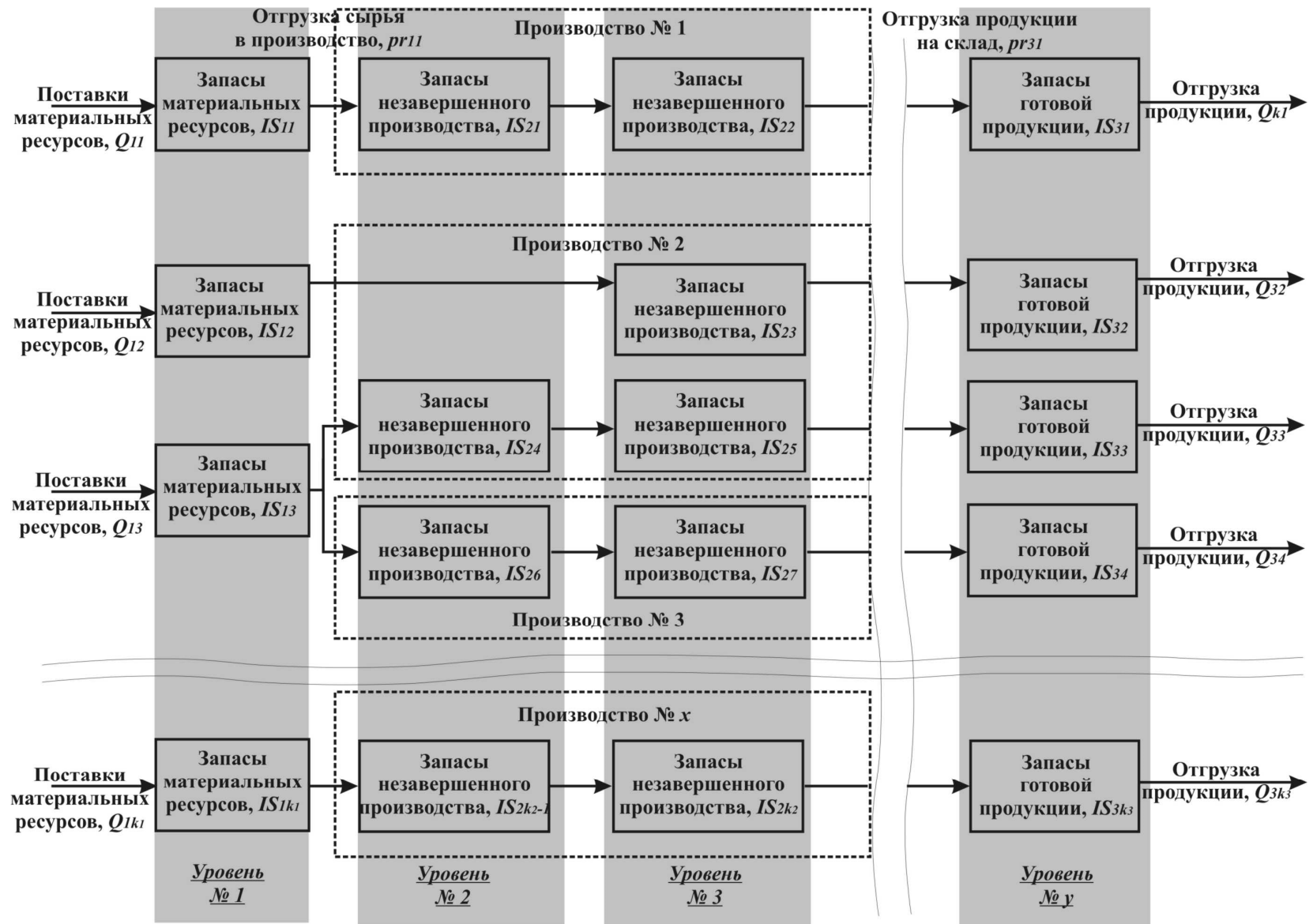


Рисунок 3.1 - Структура материального потока для многоуровневой многопродуктовой системы

$\overline{ICB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ – ожидаемая величина реального дохода при хранении денежного баланса (депозит до востребования);

$\overline{OC}(Q, T^{AR})$ – ожидаемые издержки заказов;

$\overline{SC}(Q, T^{AR})$ – ожидаемые издержки наладок;

$\overline{HC}(Q, s)$ – ожидаемые затраты на содержание (издержки хранения) запасов;

$\overline{DC}(Q, s)$ – ожидаемые издержки дефицита (отсутствия запасов);

$\overline{TC}(Q, T^{AR})$ – ожидаемые транспортные издержки;

$\overline{FC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ – ожидаемые реальные финансовые издержки за пользование кредитом;

$\overline{IAR}(T^{AR})$ – ожидаемые потери от воздействия инфляции на дебиторскую задолженность.

3.2 Доходы и издержки от функционирования денежных средств

Реальный доход по альтернативным вложениям определяется как произведение размера альтернативных вложений Dp и реальной процентной ставки по альтернативным вложениям R_{dp} [8], [73].

$$\overline{ID}(Dp) = Dp \cdot R_{dp} \quad (3.2)$$

Реальная процентная ставка определяется при помощи следующего выражения [22, с. 80], [29, с. 26-27]

$$R^r = \frac{I + R}{1 + I}, \quad (3.3)$$

где R^r – реальная процентная ставка;

R – номинальная процентная ставка;

I – индекс инфляции.

Ожидаемая величина реального дохода от хранения денежного баланса определяется как произведение ожидаемой величины денежного баланса $\overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ и реальной процентной ставки по депозиту до востребования R_{cb} [6], [8], [77], [73], [121], [125], [141].

$$\overline{ICB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \cdot R_{cb} \quad (3.4)$$

Ожидаемая величина денежного баланса определяется при помощи следующего выражения [77], [73]

$$\overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \int_0^{+\infty} CS \cdot f_{CS}(CS) dCS, \quad (3.5)$$

где CS – запас денежных средств (см. подраздел 2.1);

$f_{CS}(CS)$ – плотность распределения денежного запаса (см. подраздел 2.1).

Ожидаемые реальные финансовые издержки в единицу времени, определяются как произведение ожидаемой величины краткосрочного кредита $\overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ и реальной процентной ставки по кредиту R_{lc} [6], [8], [77], [73], [121], [125], [141].

$$\overline{FC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \cdot R_{lc} \quad (3.6)$$

Ожидаемая величина краткосрочного кредита определяется при помощи следующего выражения [73], [77]

$$\overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \int_{-\infty}^0 CS \cdot f_{CS}(CS) dCS \quad (3.7)$$

Ожидаемые инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности определяются как произведение ожидаемой величины дебиторской задолженности \overline{AR} и индекса инфляции в единицу времени I [8], [73].

$$\overline{IAR} = \overline{AR} \cdot I \quad (3.8)$$

Обесцениванию в результате инфляции подвергаются только денежные средства (как на расчетном счету, так и депозитные вклады) и дебиторская задолженность, однако инфляционные потери от хранения денежных средств уже включены в (3.2) и (3.4).

3.3. Издержки от функционирования материальных запасов

К логистическим издержкам от функционирования материальных запасов относятся: издержки заказов (в сфере снабжения), издержки наладки (в сфере производства), издержки хранения материальных запасов, издержки дефицита [25, с. 156].

К издержкам заказа относятся затраты, связанные с заказом партии ресурсов и непосредственно не зависящие от объема заказа. Сюда относятся издержки, связанные с оформлением договора поставки (командировочные и представительские расходы, почтово-телеграфные расходы), затраты на охрану груза, затраты на страхование.

Ожидаемые издержки заказов в единицу времени представляют собой сумму произведений издержек заказа K_{lj} , приходящиеся на один заказ, и ожидаемого числа заказов в единицу времени $\overline{m}_{lj}(Q_{lj}, T_{3l}^{AR})$ [6], [8], [25, с. 157], [77], [73], [116, с. 338], [141].

$$\overline{OC}(Q, T^{AR}) = \sum_{j=1}^{k_l} K_{lj} \cdot \overline{m}_{lj}(Q_{lj}, T_{3l}^{AR}) = \sum_{j=1}^{k_l} K_{lj} \cdot \frac{D_{lj}(T_{3l}^{AR})}{Q_{lj}}, \quad (3.9)$$

где $D_{lj}(T_{3l}^{AR})$ – спрос за период планирования на j -тый вид материальных ресурсов в натуральных единицах измерения;

l – номер готовой продукции, для которой спрос на j -тый вид материальных ресурсов или незавершенного производства D_{hj} является зависимым.

Каждый производственный период связан с затратами на подготовительно-заключительные операции (издержками наладки). Когда на производственной линии происходят изменения, связанные с выпуском новой партии продукции, она останавливается и, следовательно, предприятие терпит убытки. Рабочая сила и материалы, необходимые для переналадки производства, также должны приниматься во внимание. Обычно считают, что затраты на подготовительно-заключительные операции не зависят от объема производства, но пропорциональны числу производственных периодов в единицу времени.

Ожидаемые издержки наладок в единицу времени представляют собой сумму произведений издержек наладок G_{2j} , приходящиеся на одну наладку, и ожидаемого числа наладок в единицу времени $\bar{m}_{2j}(Q_{2j}, T_{3l}^{AR})$ [25, с. 157], [73], [116, с. 338].

$$\overline{SC}(Q, T^{AR}) = \sum_{j=1}^{k_2} G_{2j} \cdot \bar{m}_{2j}(Q_{2j}, T_{3l}^{AR}) = \sum_{j=1}^{k_2} G_{2j} \cdot \frac{D_{2j}(T_{3l}^{AR})}{Q_{2j}}, \quad (3.10)$$

где $D_{2j}(T_{3l}^{AR})$ – спрос за период планирования на j -тый вид незавершенного производства в натуральных единицах измерения.

Издержки хранения запасов определяются затратами на складское хранение продукции в течение известного времени и непосредственно зависят от объема складированной продукции (объема запасов). Сюда относятся складские издержки и арендные платежи, если помещение арендуется, или текущие затраты по содержанию складов, принадлежащих производственной единице. К этой группе относятся также страховые и налоговые издержки (последнее актуально для российских предприятий, которые платят налог на имущество). Так же к этой группе издержек относятся и потери от разрушения и порчи запасов [23, с. 85-86].

Ожидаемые издержки хранения материальных запасов. В работе [40] рассмотрено, из чего формируются затраты на хранение запасов и что определяет величину издержек хранения единицы запаса. Согласно данной работе затраты по содержанию запасов на складе можно подразделить на постоянные и переменные.

$$\overline{HC}(Q, s) = HC_{const}(Q, s) + \overline{HC}_{var}(Q, s), \quad (3.11)$$

где $HC_{const}(Q, s)$ – постоянные издержки хранения запасов;

$\overline{HC}_{var}(Q, s)$ – переменные издержки хранения запасов.

Постоянные издержки хранения HC_{const} определяются с учетом расходов на содержание складских помещений (налоги, амортизация, отопление, освещение, ремонт, оплата труда персонала и т.п. или арендные платежи в случае аренды склада) за определенный период, которые относятся на все помещение в целом независимо от степени его текущего использования.

Величина постоянных издержек хранения запасов рассчитывается с использованием величины постоянных издержек на хранение единицы запаса g_{const} . Для расчета величины постоянных издержек хранения единицы запаса посто-

янные затраты для всего склада за этот период $HC_{const}^{СКЛ}$ относят к общему объему складской емкости $Q_{скл}$

$$g_{const} = \frac{HC_{const}^{СКЛ}}{Q_{скл}} \quad (3.12)$$

При аренде склада в качестве постоянных затрат $HC_{const}^{СКЛ}$ может рассматриваться общий размер арендной платы за соответствующий период, а в качестве постоянных издержек на хранение единицы запаса g_{const} – расценки за аренду единицы складской емкости.

Постоянные издержки на хранение запасов определяются как

$$HC_{const}(Q, s) = g_{const} \cdot IS_{max}(Q, s), \quad (3.13)$$

где $IS_{max}(Q, s)$ – максимальная величина суммарного запаса на складе.

Размер постоянных затрат может различаться в зависимости от условий управления запасами. Рассмотрим сначала случай, когда у предприятия есть возможность использования высвободившихся площадей склада:

а) Сдача свободных складских помещений в аренду (собственный склад). В этом случае у предприятия появляется возможность получения дополнительной прибыли от сдачи в аренду свободной части склада

$$(re - rc) \cdot (Q_{скл} - IS_{max}(Q, s)), \quad (3.14)$$

где re – ставка арендной платы на единицу запаса;

rc – издержки по содержанию сданных в аренду складских помещений на единицу запаса;

$(re - rc)$ – прибыль от сдачи в аренду свободной части склада до выплаты налогов, приходящаяся на единицу запаса.

Для определения постоянных затрат хранения необходимо из выражения (3.13) вычесть выражение (3.14)

$$\begin{aligned} HC_{const}(Q, s) &= g_{const} \cdot IS_{max}(Q, s) - (re - rc) \cdot (Q_{скл} - IS_{max}(Q, s)) = \\ &= (g_{const} + re - rc) \cdot IS_{max}(Q, s) - (re - rc) \cdot Q_{скл} \end{aligned} \quad (3.15)$$

б) Отказ от аренды свободных складских помещений (арендуемый склад). В этом случае предприятие сокращает постоянные издержки хранения, которые определяются при помощи выражения (3.13).

В случае же когда у предприятия нет возможности использования высвободившихся складских площадей, постоянные затраты хранения будут равны постоянным затратам для всего склада (собственного или арендуемого)

$$HC_{const} = HC_{const}^{СКЛ} \quad (3.16)$$

В данном случае постоянные издержки хранения нет необходимости учитывать в выражении (3.1), так как они не зависят от размера заказов Q .

Переменные издержки хранения HC_{var} связаны с текущими расходами на обслуживание запасов (контроль, учет и т.п.). Для определения переменных затрат используется величина переменных издержек на единицу запаса g_{var} , которые определяются из отношения переменных затрат на обслуживание запаса в конкретном периоде к объему этого запаса.

Объем текущего запаса изменяется по мере расходования запаса. Тогда переменные затраты на обслуживание запаса определяются при помощи следующего выражения

$$\overline{HC}_{var}(Q, s) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} g_{hj}^{var} \cdot \overline{IS}_{hj}(Q_{hj}, s_{hj}), \quad (3.17)$$

где $\overline{IS}_{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$ – ожидаемая (средняя) величина j -того запаса на складе.

Принимая во внимание рассмотренные выше составляющие затрат на хранение, в формуле (3.11) при расчете издержек хранения запасов можно использовать одно из выражений (3.13), (3.15), (3.16), выбор которого зависит от конкретных условий организации складского хозяйства.

Транспортные издержки в зависимости от принятого способа доставки могут быть постоянными или зависеть от объема поставки. Первый случай возникает тогда, когда поставка может быть организована различным по грузоподъемности транспортом в зависимости от объема поставки (размера заказа) при этом транспортные затраты являются дискретной функцией от объема поставки (размера заказа). В остальных случаях транспортные затраты пропорциональны объему поставки (размеру заказа), коэффициент пропорциональности определяется действующими на данном виде транспорта грузовыми тарифами. Первыми, кто включил транспортные затраты в издержки по управлению запасами, были Баумол В.Дж. и Вейнод Х.Д. (Baumol W.J. and Vinod H.D.) [88] в 1970 г.

Ожидаемые транспортные издержки определяются при помощи следующего выражения [175, с. 117]

$$TC(Q, T^{AR}) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} fr_{hj}(Q_{hj}) \cdot w_{hj} \cdot D_{hj}(T_{hj}^{AR}) \quad (3.18)$$

где w_{hj} – вес единицы для j -ого запаса, тн;

$fr_{hj}(Q_{hj})$ – грузовой тариф за одну тонну для партии заказа величиной Q_{hj} и весом $Q_{hj} \cdot w_{hj}$ тонн для j -ого запаса;

$D_{hj}(T_{hj}^{AR})$ – спрос на j -тый запас в натуральных единицах измерения.

Величина грузового тарифа $fr_{hj}(Q_{hj})$ зависит от размера заказа Q_{hj} . Чем больше размер заказа (объем перевозки), тем ниже тариф на перевозку, который для крупных партий снижается за счет использования экономичного боль-

шегрузного подвижного состава [119, с. 83-84], [130], [144], [160, с. 942-945], [175, с. 114-115], [179, с. 323]. Кроме того, в работах [142, с. 112-117], [174, с. 214-225] предложены различные функции для аппроксимации реальной функции грузового тарифа: постоянная; пропорциональная; экспоненциальная; обратная; дискретная.

Вместе с тем в вышеприведенных работах не рассматривается вариант, когда размер заказа превышает грузоподъемность используемого транспортного средства и для перевозки заказа требуется несколько транспортных единиц, либо одной необходимо будет совершить несколько оборотов. В этом случае величина затрат на перевозку возрастет пропорционально количеству транспортных средств либо ездов, а количество заказов и затраты на их выполнение сохранятся на прежнем уровне, см. [195], поэтому транспортные затраты не зависят от размера заказа и в таком случае их можно исключить из выражения (3.1).

Издержки дефицита несет изготовитель в том случае, если он не может удовлетворить спонтанно возникший спрос из-за отсутствия продукции на складе. Эти потери могут быть двух видов [23, с. 86]:

- стоимость потерянных продаж, когда заказчик передает свой заказ другому изготовителю. В данном случае издержки определяются как потери прибыли от предполагаемых продаж;

- когда заказчик ожидает выполнения заказа. Продажи не потеряны, а отложены. Однако ожидание может создать дополнительные затраты на оформление заказа, транспортные и складские расходы, когда заказ не может быть выполнен через обычные каналы распределения. Кроме этого, сюда относятся штрафы за невыполнение договорных обязательств в срок.

Ожидаемые издержки дефицита материальных запасов в единицу времени традиционно определяются как сумма произведений ставки штрафных издержек R_l и ожидаемой величины дефицита запасов $\overline{D}_{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$ [25, с.191].

$$\overline{DC}(Q, s) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} \overline{DS}_{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) \cdot R_l \quad (3.19)$$

Ожидаемая величина дефицита j -го запаса определяется при помощи следующего выражения

$$\overline{DS}_{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) = \int_{-\infty}^0 IS_{hj} \cdot f_{hj}^{IS}(IS_{hj}) dIS_{hj}, \quad (3.20)$$

где $IS_{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$ – величина j -того запаса;

$f_{hj}^{IS}(IS_{hj})$ – плотность распределения величины j -того запаса.

Порядок определения ожидаемых величин материальных запасов \overline{IS} , дебиторской задолженности \overline{AR} , кредиторской задолженности \overline{NFL} и распределений вероятностей $f_{IS}(IS), f_{AR}(AR), f_{NFL}(NFL)$ приведен в подразделе 2.1.

3.4. Аннуитетный поток от функционирования оборотных активов

Для управления оборотными активами и источниками их покрытия можно также использовать критерий AS (ожидаемый аннуитетный поток от функционирования оборотных активов) (подраздел 1.3) альтернативный ожидаемому финансовому результату от функционирования оборотных активов FR , для чего следует заменить процентные ставки R в выражении (3.1) на приведенные процентные ставки r^r

$$\begin{aligned} \overline{AS}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = Dp \cdot (r_{dp} - i) + \overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \cdot (r_{cb} - i) - \\ - \overline{OC}(Q, T^{AR}) - \overline{SC}(Q, T^{AR}) - \overline{HC}(Q, s) - \overline{DC}(Q, s) - \overline{TC}(Q, T^{AR}) - \\ - \overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \cdot (r_{lc} - i) - \overline{AR}(T^{AR}) \cdot i \end{aligned} \quad (3.21)$$

В свою очередь, реальная приведенная процентная ставка r^r вычисляется на основании номинальной приведенной процентной ставки r и приведенного темпа инфляции i [22, с. 60, 80], [29, с. 26-28], [123, с. 265-266].

$$r^r = \ln(1 + R^r) = \ln\left(\frac{1 + R}{1 + I}\right) = \ln\left(\frac{\exp(r)}{\exp(i)}\right) = \ln(\exp(r - i)) = r - i, \quad (3.22)$$

где r – номинальная приведенная процентная ставка, рассчитанная на основе выражения $r = \ln(1 + R)$;

i – приведенный индекс инфляции $i = \ln(1 + I)$.

Отметим, что ранее проводились исследования в области управления запасами с учетом инфляции Бузакоттом Дж.Э. (Buzacott J.A.) [97] в 1975 г., Биерманом Х.Джр. и Томасом Дж. (Bierman H.Jr. and Thomas J.) [94] в 1977 г., Чандрой Дж.М. и Бахнером М.Л. (Chandra J.M. and Bahner M.L.) [100] в 1985 г., Саркером Б.Р. и Паном Х. (Sarker B.R. and Pan H.) [164] в 1994 г. Например, в своей работе Бузакотт Дж.Э. [97, с. 555] установил, что оптимальный размер заказа зависит от реальной процентной ставки $r - i$.

ГЛАВА 4. ЦЕЛЕВЫЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ

4.1. Максимизация эффекта от производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Предприятие, используя авторскую стратегию финансирования оборотных активов (см. параграф 2.2), прежде всего стремится максимизировать свою прибыль. Традиционно для оптимизации используется средняя прибыль в единицу времени (месяц, квартал, год). С учетом вышесказанного можно записать следующее условие оптимизации [73]

$$\begin{aligned} \overline{EBT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \\ = \left(\overline{Pr}(T^{AR}) \cdot \frac{i}{I} + \overline{FR}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \right) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (4.1)$$

при следующих ограничениях

$$Q_{hj} > 0; \quad s_{hj} \geq 0; \quad Dp \geq 0, \quad (4.2)$$

где $\overline{EBT}(\cdot)$ – ожидаемая величина прибыли до выплаты налогов;

$\overline{FR}(\cdot)$ – ожидаемый финансовый результат от функционирования оборотных активов;

$\overline{Pr}(\cdot)$ – ожидаемая величина балансовой прибыли без учета финансового результата от функционирования оборотных активов.

Выражение (2.1) позволяет определять оптимальные размеры заказов Q и точки заказов s (в сфере снабжения), размеры производственных партий Q и точки возобновления производственного процесса s (в сфере производства), размер альтернативных вложений Dp , периоды расчетов с заказчиками T^{AR} и периоды расчетов с поставщиками T^{NFL} .

Величина прибыли без учета финансового результата от логистических операций Pr может быть определена на основании моделирования существующей ситуации на предприятии.

Ожидаемая величина балансовой прибыли без учета финансового результата от функционирования оборотных активов определяется при помощи следующего выражения

$$\overline{Pr}(T^{AR}) = (1 - t_S) \cdot \sum_{j=1}^{k_3} p_{3j} \cdot D_{3j}(T_{3j}^{AR}) - \sum_{j=1}^{k_3} v c_{3j} \cdot D_{3j}(T_{3j}^{AR}) - FC, \quad (4.3)$$

где t_S – доля налогов с выручки (НДС, республиканский объединенный налог и местный налог по общему нормативу);

p_{3j} – цена реализации j -ого вида готовой продукции;

vc_{3j} – переменные издержки для j -ого вида готовой продукции;

FC – фиксированные издержки без учета издержек от функционирования оборотных активов, см. (1.1);

$D_{3j}(T_{3j}^{AR})$ – спрос на j -тый вид готовой продукции за период планирования.

Формула (4.3) представляет собой традиционное выражение для определения прибыли при управлении дебиторской задолженностью, см. например [37], [193, с.65]. Традиционным также является выражение $D_{3j}(T_{3j}^{AR})$, определяющее зависимость спроса на j -тый вид выпускаемой продукции от периода расчетов с заказчиками, см. [37], [180, с.397], [193, с.66].

Следует отметить, что определение множества оптимальных периодов расчетов с поставщиками по различным видам продукции T^{NFL} (при условии бесплатности коммерческого кредита) невозможно при использовании критерия оптимизации (4.1), так как с увеличением T^{NFL} увеличивается и прибыль EBT , поэтому оптимальное значение T^{NFL} стремится к бесконечности.

4.2 Максимизация эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Рентабельность активов (ROA). В качестве альтернативного критерия при управлении запасами многими авторами использовалась рентабельность инвестиций ROI (см. подраздел 1.3), при этом предлагались различные подходы к данной проблеме. Однако если мы используем комплексный подход и определяем эффективность в целом для всего предприятия, то следует использовать в качестве критерия оптимизации рентабельность активов. В данном разделе авторами для управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается использовать показатель рентабельности активов ROA [4], [73].

$$\overline{ROA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \frac{\overline{EBT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)}{\overline{TA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)} \rightarrow \max, \quad (4.4)$$

где $\overline{TA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ – ожидаемая величина общих активов (см. приложение Б).

С помощью критерия ROA (4.4) уже возможно определить множество оптимальных средних периодов расчетов с поставщиками по различным видам продукции T^{NFL} , однако только при условии, что рентабельность активов при отсутствии депозитных вкладов больше реальной процентной ставки по депозиту ($ROA \geq R_{dp}$ при $Dp=0$). В противном случае ($ROA < R_{dp}$ при $Dp=0$) с увеличением T^{NFL} увеличивается и рентабельность активов, поэтому оптимальное значение T^{NFL} стремится к бесконечности.

Размер кредиторской задолженности NFL зависит и от самого предприятия и поддается управлению. Основным здесь является изменение задолженности перед поставщиками и задолженности по полученным авансам LS , которые составляют основную долю кредиторской задолженности. Другими словами, ва-

рируя величиной кредиторской задолженности (через величину периода расчетов с поставщиками T^{NFL}) можно добиться оптимизации изменения материальных оборотных активами и сопутствующего изменения запаса денежных средств во времени по выбранным критериям.

Рентабельность собственного капитала (ROE). Классическое условие максимизации прибыли ($\overline{EBT}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow max$) можно заменить условием максимизации рентабельности собственного капитала

$$\overline{ROE}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow max \quad (4.5)$$

Рентабельность собственного капитала определяется при помощи следующего выражения

$$\overline{ROE}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) = \frac{(1-t_p) \cdot (\overline{EBT}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) - T_{RE})}{EC}, \quad (4.6)$$

где t_p – ставка налога на прибыль;

T_{RE} – налог на недвижимость.

В формуле (2.6) только показатель \overline{EBT} зависит от Q,s,T^{NFL},T^{AR},Dp , значит $\overline{EBT}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow max \Leftrightarrow \overline{ROE}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow max$.

Отметим, что определение множества оптимальных средних периодов расчетов с поставщиками по различным видам продукции T^{NFL} также невозможно при использовании целевой функции (4.5).

4.3 Минимизация вероятности банкротства

Управление оборотными активами в основном осуществляется только на основании обеспечения максимальных эффекта или эффективности деятельности предприятия и совсем не учитывается обеспечение его платежеспособности. На нынешнем этапе развития белорусской экономики выявление неблагоприятных тенденций развития предприятия, предсказание банкротства имеет первостепенное значение. Как уже отмечалось ранее в подразделе 1.5, максимизируя прибыль или рентабельность активов, предприятие не должно забывать и о сохранении ликвидности на должном уровне. Кризис ликвидности характеризуется появлением ранних признаков банкротства – предприятие имеет проблемы с платежами.

В зарубежной и отечественной экономической литературе предлагается множество отличающихся методик и математических моделей диагностики вероятности наступления банкротства коммерческих организаций. Авторами были исследованы основные модели оценки вероятности банкротства на основе финансовых коэффициентов, для чего использовались обзоры литературы по данной проблеме Скотта Дж. (Scott J.) [170] 1981 г., Джонса Ф.Л. (Jones F.L.) [132] 1987 г., Альтмана Э.И. и Нараяна П. (Altman E.I. and Narayanan P.) [69] 1997 г., Крюкова А.Ф. и Егорычева И.Г. [39] 2001 г.

Многие модели оценки вероятности банкротства коммерческой организации (см. приложение А) имеют ряд недостатков, которые серьёзно затрудняют их применимость в условиях отечественной экономики. Однако мы все же будем применять эти модели в качестве критериев оптимизации для управления оборотными активами и источниками их покрытия, поскольку эти модели предлагают многокритериальную оптимизацию вместо однокритериальной, при применении традиционных критериев (прибыли, рентабельности). Кроме того, “импортные” модели основаны на опыте ведущих западных стран (США, Великобритании, Канады) в области банкротства организаций, что окажет неоценимую помощь при управлении изменением материальных оборотных активов и сопутствующим изменением запасов денежных средств во времени.

Для минимизации вероятности банкротства авторами предлагается воспользоваться одним из показателей вероятности банкротства (“Z-score”). Учитывая, что показатель Z зависит от нескольких факторов и учитывает риск потери ликвидности и максимизацию рентабельности активов и некоторые другие показатели, то в этом случае оптимизацию можно провести по следующему условию [3], [4], [74], [73]

$$\bar{Z}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \rightarrow \max \quad (4.7)$$

Модели оценки вероятности банкротства применялись автором в качестве критериев оптимальности для управления оборотными активами и источниками их покрытия, однако при использовании многих из них отсутствует оптимальное решение (некоторые оптимальные параметры стремятся к бесконечности). Ниже приведена сводная таблица (таблица 4.1) моделей оценки вероятности банкротства.

Таблица 4.1 - Модели оценки вероятности банкротства

Названия моделей, авторы и публикации	Применимость в качестве критериев оптимальности
Отечественная методика оценки неплатежеспособности – “Инструкции по анализу и контролю за финансовым состоянием и платежеспособностью субъектов предпринимательской деятельности“, утвержденной Министерством финансов Республики Беларусь, Министерством экономики Республики Беларусь и Министерством статистики и анализа Республики Беларусь постановлением от 14 мая 2004 г. № 81/128/65	–
Индекс кредитоспособности Альтмана – Альтман Э.И. (Altman E.I.) [68], 1968 г., [70] 2001 г.	+
Индекс кредитоспособности Таффлера – Таффлер Р.Дж. (Taffler R.J.) [177] 1977г., Таффлер Р. и Тиссхав Х.Дж. (Taffler R.J. and Tisshaw H.J.) [176] 1977г., Агарвал В. и Таффлер Р.Дж. (Agarval V. and Taffler R.J.) [67] 2003 г.	+
Индекс кредитоспособности Спрингейта – Спрингейт Г.Л.В. (Springate G.L.V.) 1978г., см. [82]	+
Индекс кредитоспособности Лиса – Лис (Lis) 1972 г., см. [177, с. 200]	–
Модель оценки финансового состояния Фулмера и др. – Фулмер Дж.Г. и др. (Fulmer J.G. et. al.) [118] 1984 г.	–

Продолжение таблицы 4.1

Бразильский индекс кредитоспособности Альтмана – Альтман Э.И., Байдиа Т. и Рибейро-Диас Л.М. (Altman E.I., Baidya T. and Riberio-Dias L.M.) 1979 г., см. [69, с. 37-40]	+
Мексиканский индекс кредитоспособности Альтмана – Альтман Э.И. (Altman E.I.) 1995 г., см. [70]	+
Методика рейтинговой оценки финансового состояния Сайфуллина и Кадыкова – Р.С. Сайфуллин и Г.Г. Кадыков 1992 г., см. [65, с. 190]	–
Комплексный коэффициент банкротства Зайцевой – О.П. Зайцева 1998 г., см. [39]	–
Индекс кредитоспособности для Брестской области – А. Черновалов и А. Шевчук [63] 2004 г., А. Шевчук [64] 2005г.	–
Украинский индекс кредитоспособности – В.А. Пареная и И.А. Долгалев 2002 г., см. [45]	–
Модели оценки вероятности банкротства Кольшкена – А. Кольшкин 2003 г., см. [36]	–

Наиболее применимыми в отношении управления оборотными активами являются второй индекс кредитоспособности Альтмана (А.2), индекс кредитоспособности Таффлера (А.3), индекс кредитоспособности Спрингейта (А.4). Применимость данных моделей обусловлена, прежде всего, наличием оптимального решения (оптимальные параметры Q , s , T^{NFL} , Dp не стремятся к бесконечности) при различных исходных данных.

Чтобы воспользоваться выражением (4.7) для управления оборотными активами и источниками их покрытия, необходимо записать выражения для определения ключевых коэффициентов в “Z-score”, что и реализовано в приложении Б.

С помощью критерия Z (4.25), так же как и с помощью ROA (4.4), возможно определить множество оптимальных средних периодов расчетов с поставщиками по различным видам продукции T^{NFL} .

Здесь стоит отметить, что в результате оптимизации с использованием целевой функции (4.25) получаются довольно значительные коэффициенты текущей ликвидности ($k_{CR} > 2$) при значительной величине чистых оборотных активов, а также довольно значительные и сами показатели “Z-score”. Другими словами, в этом случае предприятие имеет большой запас ликвидности, но не максимизирует свою прибыль.

4.4. Максимизация прибыли при ограничении вероятности неплатежеспособности (банкротства)

Здесь авторами предлагается наложить ограничение на платежеспособность предприятия при максимизации прибыли. Другими словами, мы объединяем две цели управления оборотными активами: максимизацию эффекта и обеспечение платежеспособности в одну целевую функцию (4.26) [4], [73]

$$\begin{aligned} \overline{EBT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) &\rightarrow \max, \\ k_{CR}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) &= CR, \end{aligned} \quad (4.8)$$

где CR – нормативное значение коэффициента текущей ликвидности (например, в среднем для промышленности – 1,7).

Однако отметим, что при условии, когда коэффициент текущей ликвидности k_{CR} для предприятия меньше нормативной величины CR , применить целевую функцию (4.8) для управления оборотными активами и источниками их покрытия невозможно (отсутствует оптимальное решение, удовлетворяющее неравенству $k_{CR}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = CR$. Поэтому целевую функцию (4.26) следует применять при условии превышения коэффициента текущей ликвидности своего нормативного значения ($k_{CR} \geq CR$).

Кроме этого, авторами разработана новая целевая функция (4.9), также сочетающая в себе как максимизацию эффекта (максимизацию прибыли), так и обеспечение платежеспособности (обеспечение выплаты краткосрочного кредита в срок) [57]

$$\begin{aligned} \overline{EBT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) &\rightarrow \max, \\ Rs(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) &\leq (1 - \gamma), \end{aligned} \quad (4.9)$$

где $Rs(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ – риск невыплаты краткосрочного кредита;

γ – степень надежности выплаты краткосрочного кредита (0,95; 0,99; 0,999).

$$Rs(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = (1 - P(CS \geq 0))^t, \quad (4.10)$$

где $P(CS > 0)$ – вероятность того, что в текущий момент времени запас денежных средств CS будет положительным;

t – длительность периода кредитования (30, 60, 90 дн.).

$$P(CS \geq 0) = \int_0^{\infty} f_{CS}(CS) dCS \quad (4.11)$$

Здесь стоит отметить, что при положительной величине чистых оборотных активов ограничение $Rs(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \leq (1 - \gamma)$ не имеет смысла, так как при $WC > 0$, $Rs(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \approx 0 < (1 - \gamma)$. Однако при отрицательной величине чистых оборотных активов при помощи целевой функции (4.9) можно определить минимальную величину периода расчетов с поставщиками T^{NFL} , необходимую для своевременного погашения краткосрочных кредитов со степенью надежности γ . Таким образом, целевую функцию (4.9) следует применять при условии $k_{CR} \leq 1$.

4.5 Комплексная целевая функция

Применение целевых функций (4.4), (4.7), (4.8), (4.9) для управления оборотными активами и источниками их покрытия целесообразно при определенных условиях для каждой из них, в зависимости от финансовой ситуации, определяемой величиной коэффициента текущей ликвидности. Поэтому, с учетом вышесказанного, авторами была разработана комплексная целевая функция, позволяющая изменять цели управления оборотными активами и источниками их покрытия в зависимости от изменения финансовой ситуации (ликвидности).

Следует, прежде всего, определить границу применения целевой функции (4.9). В качестве такой границы предлагается использовать теоретическое граничное значение коэффициента текущей ликвидности, равное 1, которое является граничным значением между ликвидным и неликвидным состоянием предприятия. Поэтому при значении коэффициента текущей ликвидности менее 1 следует воспользоваться целевой функцией (4.9), чтобы минимизировать вероятность наступления неплатежеспособности предприятия. При этом на значение самого коэффициента текущей ликвидности лучше не обращать внимание, так как он имеет свойство увеличиваться с увеличением суммы кредиторской задолженности, асимптотически приближаясь к 1.

Стоит отметить, что в результате оптимизации с использованием целевой функции (4.4), так же как и при использовании (4.7), получаются довольно значительные коэффициенты текущей ликвидности при значительной величине чистых оборотных активов. Т.е. в этом случае предприятие имеет большой запас ликвидности, и кроме этого, максимизирует свою рентабельность, но в таком значительном запасе ликвидности нет надобности. При этом у предприятия в таком случае имеется возможность увеличить свою прибыль, пусть даже за счет снижения платежеспособности (коэффициента текущей ликвидности) до нормативного уровня. Поэтому следует ограничить коэффициент текущей ликвидности, в соответствии с нормативом, и воспользоваться классическим условием оптимизации – максимизация прибыли EBT (4.8). С учетом всего вышесказанного для управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается использовать комплексную целевую функцию (4.12) [73].

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{EBT}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \\ \overline{Rs}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \leq (1-\gamma) \\ \overline{ROA}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \\ \overline{Z}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \end{array} \right\} \text{ если } k_{CR}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) < 1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{ROA}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \\ \overline{Z}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \end{array} \right\} \text{ если } 1 \leq k_{CR}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \leq CR \quad (4.12)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{EBT}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) \rightarrow \max \\ k_{CR}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) = CR \end{array} \right\} \text{ если } k_{CR}(Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) > CR$$

Если $k_{CR} < 1$, то для определения оптимальных параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается воспользоваться целевыми функциями (4.4), (4.7) и (4.9), определив оптимальные параметры по каждой из них, и затем, проведя их анализ, сделать окончательный выбор. При этом, как уже отмечалось выше, в случае применения целевой функции (4.9) можно определить минимальную величину средних периодов расчетов с поставщиками T^{NFL} , необходимую для своевременного погашения краткосрочных кредитов со степенью надежности γ , а целевую функцию (4.4) следует применять только при условии $ROA(Dp=0) \geq R_{dp}$.

Если $1 \leq k_{CR} \leq CR$, то для определения оптимальных параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается воспользоваться целевыми функциями (4.4) и (4.7), определив оптимальные параметры по каждой из них, и затем, проведя их анализ, сделать окончательный выбор.

Если $k_{CR} > CR$, то для определения оптимальных параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается воспользоваться целевой функцией (4.8).

ГЛАВА 5. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИХ ПОКРЫТИЯ

Система – множество составляющих единство элементов, связей и взаимодействий между ними и внешней средой, образующие присущую данной системе целостность, качественную определенность и целенаправленность. Управлением называется процесс целенаправленного воздействия на систему, обеспечивающий повышение ее организованности, достижения того или иного полезного эффекта. Системы, в которых протекают процессы управления, называются системами управления.

На рисунке 5.1 представлена общая структура системы управления оборотными активами и источниками их покрытия. Структура системы – совокупность элементов системы и связей между ними. Система управления подразделяется на две подсистемы: управляющую (субъекта управления) и управляемую (объекта управления).

Подсистема, формирующая управляющее воздействие U , называется управляющей подсистемой. Подсистема, подвергающаяся внешним воздействиям (воздействиям внешней среды) F и управляющим воздействиям U , называется управляемой подсистемой. На вход X управляемой подсистемы поступают материальный, финансовый и информационные потоки (MF , CF и IF соответственно). На выход Y из управляемой подсистемы также поступают материальный, финансовый и информационные потоки.

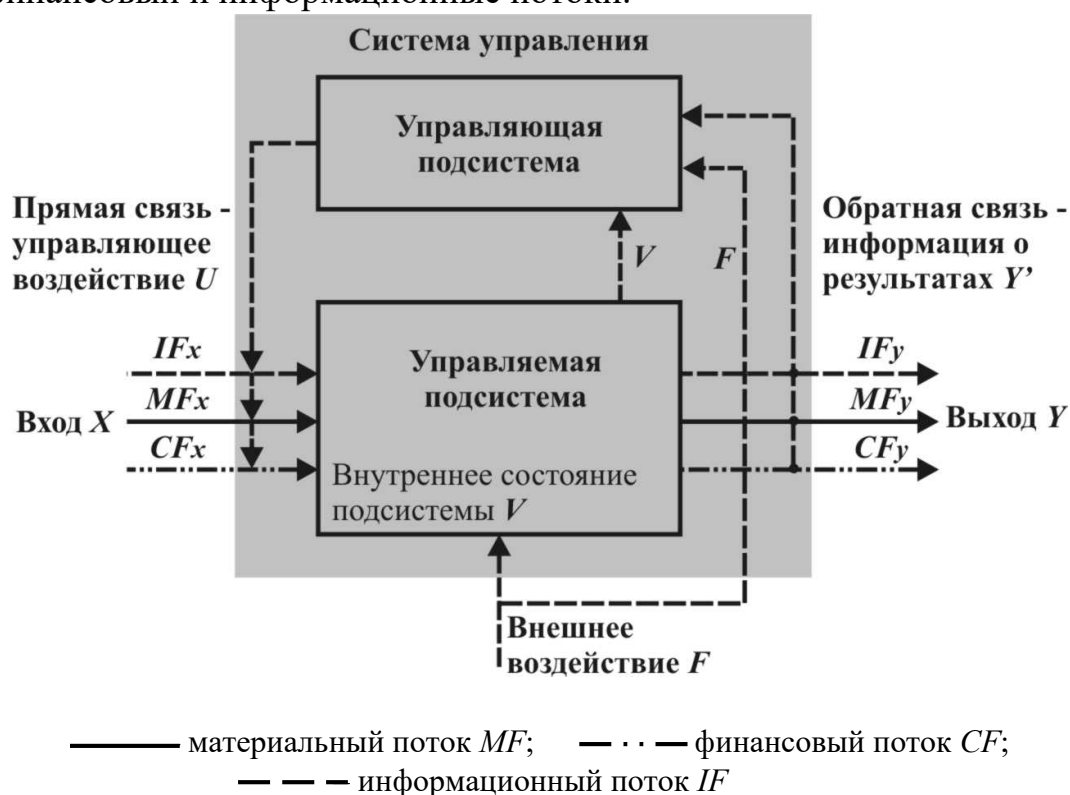


Рисунок 5.1 - Структура системы управления оборотными активами и источниками их покрытия

С позиции кибернетического подхода систему управления оборотными активами и источниками их покрытия можно представить как некоторый объект, преобразующий входящие в него материальные, финансовые и информационные потоки.

Поток представляет собой совокупность объектов, воспринимаемую как единое целое, существующую как процесс на некотором временном интервале и измеряемую в абсолютных единицах за определенный период времени. Параметры потока – это параметры, характеризующие число объектов, имеющих в наличии в некоторый конкретный момент времени и измеряемых в абсолютных единицах. Между величинами запасов и потоками существует тесная взаимосвязь. Так поток F характеризует изменения запаса S во времени:

$$F = \frac{dS}{dt} \quad (5.1)$$

Запас отражает результат изменения и накопления потока:

$$S_{\tau} = S_0 + \int_0^{\tau} F dt, \quad (5.2)$$

где S_0 – запас в момент времени $t=0$;

$S(\tau)$ – запас в момент времени $t=\tau$.

Материальному потоку соответствует изменение материального запаса во времени, а финансовому потоку соответствует изменение запаса денежных средств во времени.

Управляемая подсистема подвергается воздействию внешней среды F . Внешняя среда – набор существующих в пространстве и во времени объектов, которые оказывают воздействие на систему. В данном случае для промышленного предприятия в качестве объектов внешней среды выступают: поставщики материальных ресурсов, потребители готовой продукции, бюджет и внебюджетные фонды, банки и экономические факторы. Внутреннее состояние управляемой микрологистической системы V представляет собой совокупность состояний ее элементов и связей между ними.

Для реализации процесса управления необходимо наличие цели управления всей системой. Цель – это совокупное представление о некоторой модели будущего результата, способного удовлетворить исходную потребность при имеющихся реальных возможностях. Цели управления оборотными активами и источниками их покрытия приведены в главе 1.

Связь от управляемой к управляющей подсистеме называется обратной связью. В результате наличия обратной связи управляющая подсистема получает информацию о результатах управления Y' (о поведении управляемой подсистемы). Затем управляющая подсистема анализирует полученную информацию о внешних воздействиях F , внутреннем состоянии управляемой подсистемы V , поведении управляемой подсистемы Y' и происходит выработка управляющего воздействия. Сущность выработки управляющих воздействий заключается в

выявлении отклонений параметров системы от нормы, которые затрудняют достижение цели управления. Далее осуществляется непосредственно управляющее воздействие U посредством прямой связи от управляющей к управляемой подсистеме. Управляющее воздействие направлено на то, чтобы движение системы управления способствовало достижению цели. Сущность управления заключается в формировании и реализации управляющих воздействий, обеспечивающих желаемое движение системы, приводящее к поставленной цели. Управляющее воздействие U осуществляется на основании параметров управления (параметров управляющего решения), посредством которых осуществляется влияние на входной процесс (изменение входов X во времени) и изменение состояния системы V во времени. В результате множества преобразований состояния системы и входов системы в выходные величины возникает процесс системы. Для системы управления оборотными активами и источниками их покрытия таким процессом является изменение запасов (материальных и денежных) во времени. Управляющее воздействие в соответствии с процессным подходом также рассматривается как процесс – последовательная смена значений параметров управления во времени.

Эффективность управления системой есть степень соответствия фактического результата Y' требуемому Y_o или, другими словами, степень достижения цели. Эффективное решение выбирается из множества решений с помощью критерия оптимальности.

5.1. Система управления материальными оборотными активами

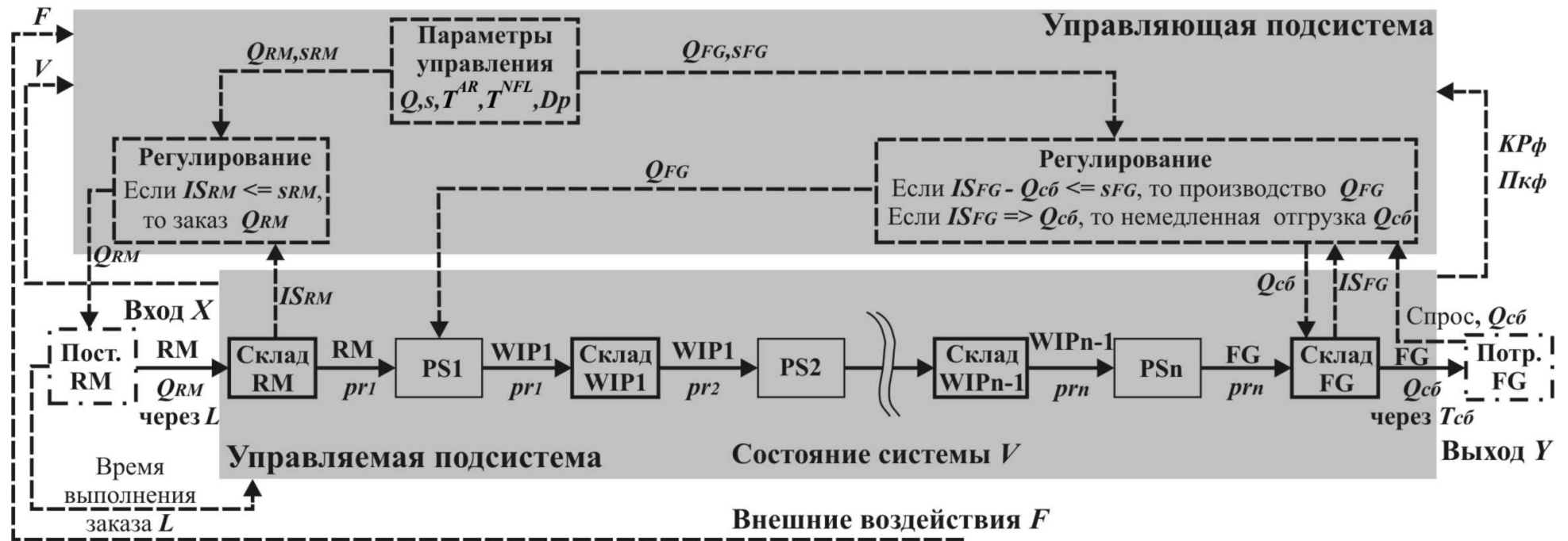
На рисунке 5.2 приведена структура системы управления материальными оборотными активами при использовании стратегии управления материальными запасами (Q,s) . Основными параметрами управления запасами материальных ресурсов при применении стратегии с фиксированным размером заказа являются размер заказа Q_{RM} и точка заказа s_{RM} . Основными параметрами управления запасами готовой продукции и незавершенного производства при применении стратегии с фиксированной производственной партией являются размер производственной партии Q_{FG} и точка возобновления производственного процесса s_{FG} .

На вход управляемой подсистемы от поставщиков поступают материальные ресурсы RM , которые хранятся на складе материальных ресурсов. Затем материальные ресурсы поступают в производство на первую производственную стадию $PS1$ и преобразуются в незавершенное производство $WIP1$ с интенсивностью pr_1 . Незавершенное производство $WIP1$ поступает на вторую производственную стадию $PS2$ и преобразуется в незавершенное производство $WIP2$ с интенсивностью pr_2 и т.д. После окончания последней производственной стадии PSn на выходе получается готовая продукция WIP , которая поступает на склад готовой продукции с интенсивностью pr_n . Со склада готовая продукция отгружается потребителю.

Регулирование уровня запаса готовой продукции на складе осуществляется следующим образом. От потребителя поступает спрос на партию готовой продукции величиной $Q_{cб}$. Запас готовой продукции IS_{FG} на складе контролируется только в период поступления спроса на готовую продукцию. Затем текущий запас на складе IS_{FG} за вычетом спроса на готовую продукцию $Q_{cб}$ сравнивается с точкой возобновления производственного процесса s_{FG} . В случае если $IS_{FG} - Q_{cб} > s_{FG}$, то никаких действий по регулированию уровня запаса готовой продукции не предпринимается. Если $IS_{FG} - Q_{cб} \leq s_{FG}$ и заказ не подавался, то подается заказ на производство готовой продукции в объеме Q_{FG} на первую производственную стадию PS1. Кроме этого, если на складе имеется в наличии требуемое потребителю количество готовой продукции $IS_{FG} \geq Q_{cб}$, то происходит немедленная отгрузка готовой продукции потребителю в объеме $Q_{cб}$, при этом время выполнения заказа производителем $T_{cб}$ минимально (можно условно считать $T_{cб} = 0$). В случае если на складе не имеется в наличии требуемое количество готовой продукции $IS_{FG} < Q_{cб}$, то немедленная отгрузка готовой продукции не происходит, а спрос потребителя задерживается. При этом подается заказ на производство готовой продукции в объеме Q_{FG} , так как одновременно выполняется и условие $IS_{FG} - Q_{cб} \leq s_{FG}$. С момента поступления спроса от потребителя до момента отгрузки текущий запас на складе проверяется ежедневно.

Текущий запас готовой продукции IS_{FG} в момент времени t определяется как $IS_{FGt} = IS_{FGt-1} - Q_{cбt} + in_{FGt}$, где $Q_{cбt}$ – объем отгрузки готовой продукции потребителям в момент времени t ; in_{FGt} – интенсивность поступления готовой продукции в момент времени t , которая равна 0 или pr_n . Через τ дней (период развертывания потока) после возобновления производственного процесса на склад начинает поступать готовая продукция с интенсивностью pr_n , и запас готовой продукции начинает пополняться. С течением времени запас готовой продукции пополняется до уровня $Q_{cб}$ и тогда происходит отгрузка готовой продукции. Таким образом, отгрузка происходит через время $T_{cб} > 0$ после производства готовой продукции в объеме $Q_{cб} - IS_{FG}$.

Аналогичным образом осуществляется и регулирование уровня запаса материальных ресурсов на складе. Ежедневно на складе контролируется запас материальных ресурсов IS_{RM} , который в момент времени t определяется как $IS_{RMt} = IS_{RMt-1} + Q_{RMt} - in_{RMt}$, где Q_{RMt} – объем материальных ресурсов, полученных в момент времени t ; in_{RMt} – интенсивность потребления материальных ресурсов в момент времени t , которая равна 0 или pr_1 . Затем текущий запас на складе IS_{RM} сравнивается с точкой заказа s_{RM} . В случае если $IS_{RM} > s_{RM}$, то никаких действий по регулированию уровня запаса материальных ресурсов не предпринимается. Если $IS_{RM} \leq s_{RM}$ и заказ не подавался, то подается заказ поставщику на поставку партии материальных ресурсов в объеме Q_{RM} . Заказанная партия материальных ресурсов Q_{RM} поступает на склад через время L (время выполнения заказа поставщиком).



————— — материальный поток; - - - - - информационный поток; — звенья логистической системы (ЗЛС) в которых происходит хранение запасов; — ЗЛС в которых происходит обработка информации; — объекты внешней среды; — производственные элементы; *RM* — материальные ресурсы; *WIP* — незавершенное производство; *FG* — готовая продукция; *PS* — производственная стадия; *IS* — запас; *pr* — интенсивность производства; *L* — время выполнения заказа поставщиком; *T_{сб}* — время выполнения заказа производителем; *Q_{сб}* — размер партии *FG*, необходимой потребителю; *Q_{RM}* — размер заказа *RM*; *Q_{FG}* — размер производственной партии; *s_{RM}* — точка заказа; *s_{FG}* — точка возобновления производственного процесса; *K_{рφ}* — фактическая величина критерия оптимальности; *P_{кφ}* — фактическая величина показателей, на которые накладываются ограничения

Рисунок 5.2 – Структура системы управления материальными оборотными активами (материальными запасами)

При управлении материальными оборотными активами в качестве внешних воздействий F на объект управления выступают: спрос на партию готовой продукции $Q_{сб}$, время выполнения заказа поставщиком L .

5.2. Система управления запасом денежных средств

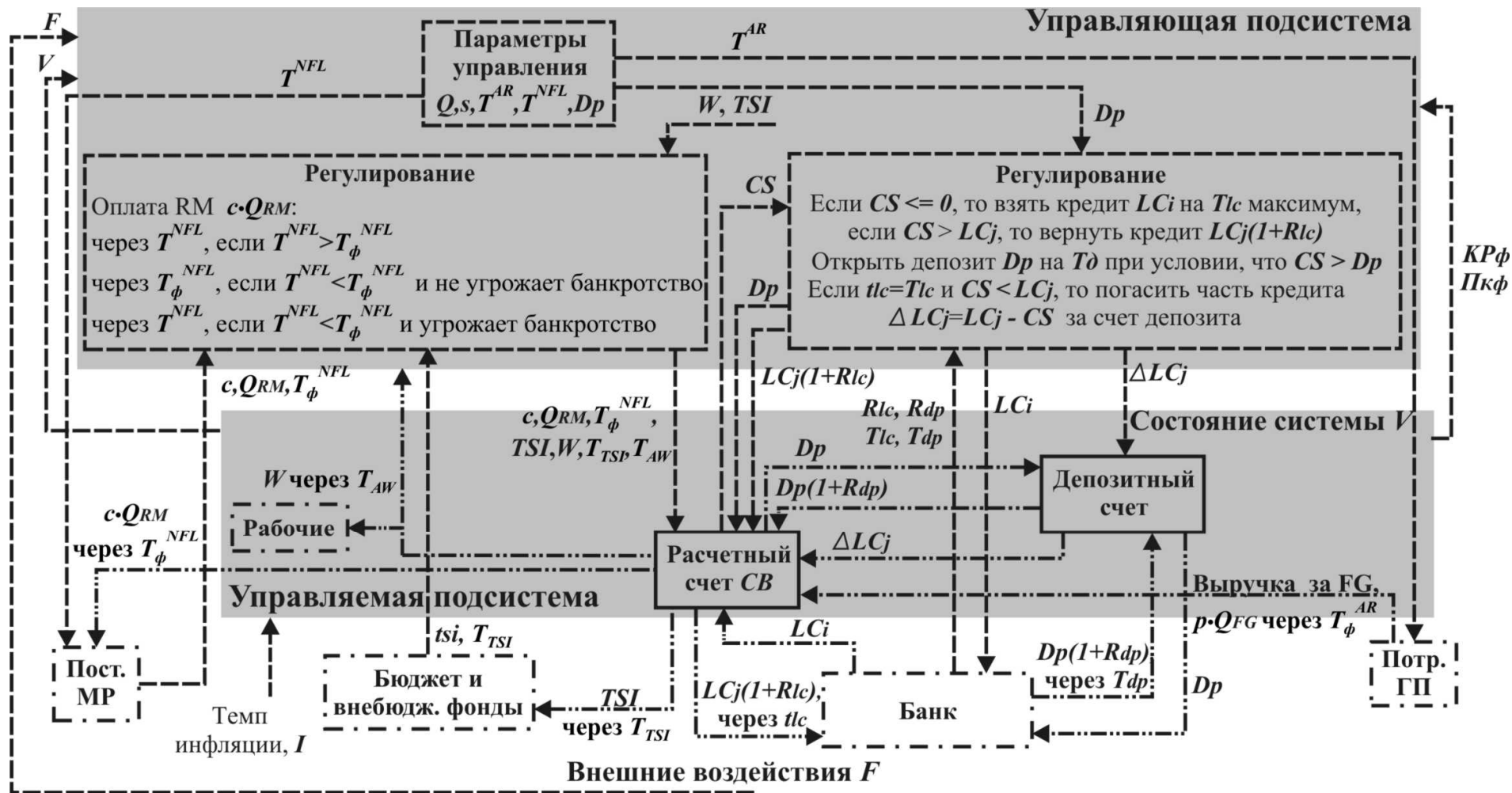
На рисунке 5.3 приведена структура системы управления запасом денежных средств при использовании авторской стратегии управления запасом денежных средств. Основными параметрами управления запасом денежных средств при применении авторской стратегии являются размер альтернативных вложений (размер депозита) Dp , период расчетов с поставщиками T^{NFL} и период расчетов с заказчиками T^{AR} .

На вход управляемой микрологистической подсистемы от потребителей готовой продукции поступают денежные средства в объеме $p \cdot Q_{сб}$ через период времени T^{AR} (период расчетов с заказчиками) после отгрузки готовой продукции. Кроме этого, на вход поступают краткосрочные банковские кредиты в объеме LC и денежные средства по возврату депозитных вкладов в объеме $Dp \cdot (1 + R_{dp})$ через период времени T_{dp} (период хранения депозита) от момента вклада денежных средств.

На выход управляемой подсистемы для оплаты поставок материальных ресурсов поступают денежные средства в объеме $c \cdot Q_{RM}$ через период времени T^{NFL} (период расчетов с поставщиками) после отгрузки материальных ресурсов. На выход также поступают денежные средства для оплаты налогов и отчислений в объеме TSI , денежные средства для возврата краткосрочных банковских кредитов в объеме $LC \cdot (1 + R_{lc})$, денежные средства для формирования депозитных вкладов в объеме Dp .

Регулирование уровня запаса денежных средств на расчетном и депозитном счетах осуществляется следующим образом. Прежде всего, в начале планового периода открывается депозитный счет на сумму Dp , в случае если текущий запас денежных средств на расчетном счету CS превышает размер депозита Dp ($CS > Dp$). В случае если $CS \leq Dp$, то депозитный счет не открывается. Таким образом, открытие депозитного счета откладывается до момента времени, когда будет выполнено условие $CS > Dp$. Кроме этого, если на расчетном счету текущий запас денежных средств меньше нуля ($CS \leq 0$), то необходимо взять в банке краткосрочный кредит объемом LC_i максимум на T_{lc} дней под R_{lc} процентов. Если на расчетном счету текущий запас денежных средств CS превышает размер кредита LC_j , который стоит первым в очереди на погашение ($CS > LC_j$), то необходимо погасить кредит в объеме $LC_j \cdot (1 + R_{lc})$.

В случае если время с момента получения кредита t_{lc} достигает конца периода, на который выдан краткосрочный кредит T_{lc} и $CS < LC_j$, то необходимо погасить кредит в объеме $LC_j \cdot (1 + R_{lc})$. При этом часть кредита $\Delta LC_j = LC_j - CS$ погашается за счет депозита, для чего необходимая сумма переводится с депозитного счета. При первой же возможности величина депозитного счета снова восстанавливается до прежнего уровня Dp .



— · — · — финансовый поток; CB – денежные средства; c – цена ед. материальных ресурсов; p – цена ед. готовой продукции; tsi – ставки налогов и отчислений; LC – величина кредита; $R_{lc(dp)}$ – процентная ставка по кредиту (депозиту); $T_{(\phi)}^{NFL}$ – (фактический) период расчетов с поставщиками; T^{AR} – период расчетов с заказчиками; T_{AW} – период расчетов по оплате труда; T_{TSI} – период расчетов по налогам и сборам; $T_{lc(dp)}$ – период расчетов по кредиту (депозиту); W – расходы на оплату труда; TSI – величина налогов и сборов

Рисунок 5.3 – Структура системы управления запасом денежных средств

Регулирование расчетов с заказчиками осуществляется следующим образом. Заказчику поступает предложение от субъекта управления о величине приемлемого периода расчетов T^{AR} . От заказчиков поступают денежные средства в объеме $p \cdot Q_{сб}$ через период времени T^{AR}_{ϕ} после отгрузки готовой продукции. Если для какого-либо заказчика $T^{AR}_{\phi} \leq T^{AR}$, то целесообразно и в дальнейшем для данного заказчика поддерживать период расчетов на уровне T^{AR} . Если для какого-либо заказчика $T^{AR}_{\phi} > T^{AR}$, то целесообразно в дальнейшем для данного заказчика уменьшить период расчетов, а при повторном несоблюдении T^{AR} отгружать готовую продукцию только по полной или частичной предоплате.

Регулирование расчетов с поставщиками осуществляется следующим образом. Поставщику материальных ресурсов поступает предложение от субъекта управления о величине приемлемого периода расчетов T^{NFL} . В свою очередь от поставщика субъекту управления также поступает информация о приемлемой величине периода расчетов T_{ϕ}^{NFL} . В случае если $T^{NFL} \leq T_{\phi}^{NFL}$, то оплата материальных ресурсов в объеме $c \cdot Q_{RM}$ происходит через период времени T^{NFL} после отгрузки материальных ресурсов. В случае если $T^{NFL} > T_{\phi}^{NFL}$ и предприятие не угрожает банкротство, то оплата материальных ресурсов в объеме $c \cdot Q_{RM}$ происходит через период времени T_{ϕ}^{NFL} после отгрузки материальных ресурсов, так как T^{NFL} представляет собой рекомендуемую величину расчетов с поставщиками, занижение которой не приведет к потере платежеспособности предприятия. Если $T^{NFL} > T_{\phi}^{NFL}$ и предприятию угрожает банкротство, то оплата материальных ресурсов в объеме $c \cdot Q_{RM}$ происходит через период времени T^{NFL} после отгрузки материальных ресурсов, так как T^{NFL} представляет собой крайне необходимую величину расчетов с поставщиками, занижение которой может привести к неплатежеспособности предприятия.

Кроме этого, происходит оплата труда в размере W через T_{AW} дней (период расчетов по оплате труда) после предыдущего момента расчетов по оплате труда. Также происходит оплата налогов и отчислений в размере TSI через T_{TSI} дней (период расчетов по налогам и отчислениям) после предыдущего момента расчетов по налогам и отчислениям.

При управлении изменением запаса денежных средств во времени в качестве внешних воздействий (возмущений) F на объект управления выступают: цены ед. материальных и энергетических ресурсов c , периоды расчетов по платежам T , процентные ставки R , темп инфляции I , ставки налогов и отчислений tsi .

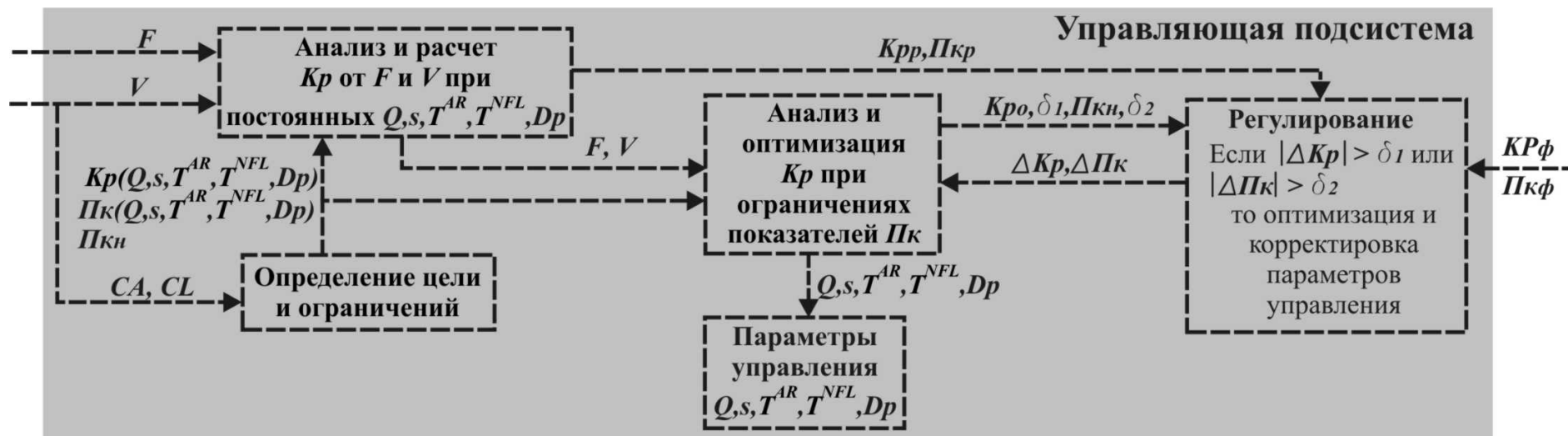
При управлении материальными оборотными активами и запасом денежных средств в качестве внутреннего состояния системы V выступают: цена ед. гото-

вой продукции p , интенсивность производства pr , издержки заказов K , издержки наладки G , период расчетов с заказчиками T^{AR} , период расчетов с поставщиками T^{NFL}_{ϕ} , величина внеоборотных активов LTA , величина собственного капитала ES , величина долгосрочных обязательств LTD , величина оборотных активов CA , величина краткосрочных обязательств CL .

5.3. Управляющая подсистема

К управляющей подсистеме (рисунок 5.4) поступает информация о внешних воздействиях на объект управления F и информация о внутреннем состоянии системы V . Кроме этого, к управляющей подсистеме поступает информация о результатах управления объектом: фактическая величина критерия оптимальности Kp_{ϕ} , фактическая величина показателей $Пк_{\phi}$, на которые накладывались ограничения (в виде нормативных показателей $Пк_n$).

Прежде всего, на основании информации о внутреннем состоянии системы V (величины оборотных активов CA и величины краткосрочных обязательств CL) определяются цели управления объектом и накладываемые ограничения, что реализуется при помощи комплексной целевой функции (см. раздел 4). Если цели управления объектом не изменяются, то далее происходит расчет величины критерия оптимальности Kp_p и показателей $Пк_p$, на которые накладываются ограничения, при текущих параметрах управления $(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$ с использованием в качестве исходных данных F и V . Затем происходит сравнение оптимальной величины критерия Kp_o с фактической Kp_{ϕ} или расчетной величиной Kp_p . Для чего определяется величина отклонения расчетного или фактического критерия от оптимального – $\Delta Kp = Kp_{\phi} - Kp_o$ или $\Delta Kp = Kp_p - Kp_o$. Если $\Delta Kp \leq \delta_1$ (δ_1 – допустимая величина отклонения Kp), то никаких действий не предпринимается. Если $\Delta Kp > \delta_1$, то необходимо проанализировать отклонения ΔKp , внешние возмущения F , состояние системы V и внести соответствующие коррективы в расчет оптимальных параметров управления $(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$. Также происходит сравнение нормативной величины показателя $Пк_n$ с фактической $Пк_{\phi}$ или расчетной величиной $Пк_p$. Для чего определяется величина отклонения расчетного или фактического показателя от нормативного – $\Delta Пк = Пк_{\phi} - Пк_o$ или $\Delta Пк = Пк_p - Пк_o$. Если $\Delta Пк \leq \delta_2$ (δ_2 – допустимая величина отклонения $Пк$), то никаких действий не предпринимается. Если $\Delta Пк > \delta_2$, то необходимо внести соответствующие коррективы в расчет оптимальных параметров управления.



Kp_0 – оптимальная величина критерия; Pk_n – нормативная величина показателей, на которые накладываются ограничения;
 $Kp\phi$ – расчетная величина критерия оптимальности; $Pk\phi$ – расчетная величина показателей, на которые накладываются ограничения;
 CA – оборотные активы; CL – краткосрочные обязательства; Δ – отклонение фактических показателей от плановых;
 δ – допустимое отклонение фактических показателей от плановых

Рисунок 5.4 – Структура управляющей подсистемы

5.4. Планирование материальных оборотных активов и запаса денежных средств

На рисунке 5.5 приведен алгоритм планирования и оптимизации материальных оборотных активов и запаса денежных средств. Исходные данные для планирования предоставляет информация относительно внешних воздействий на систему F (спрос на партию готовой продукции Q_{cb} , время выполнения заказа поставщиком L , цены ед. материальных и энергетических ресурсов s , периоды расчетов по платежам T , процентные ставки R , темп инфляции I , ставки налогов и отчислений tsi) и внутреннего состояния системы V (цена ед. готовой продукции p , интенсивность производства pr , издержки заказов K , издержки наладки G , период расчетов с заказчиками T^{AR} , период расчетов с поставщиками T^{NFL} , величина внеоборотных активов LTA , величина собственного капитала EC , величина долгосрочных обязательств LTD , величина оборотных активов CA , величина краткосрочных обязательств CL). Затем происходит выбор параметров управления в зависимости от выбранной стратегии управления, что, прежде всего, относится к параметрам управления изменением материальных оборотных активов (Q,s) , (S,s) или (S,T) . Далее устанавливается зависимость изменения материального запаса IS и изменения запаса денежных средств CS от выбранных параметров управления (Q,s,T^{AR},T^{NFL},Dp) (см. раздел 2).

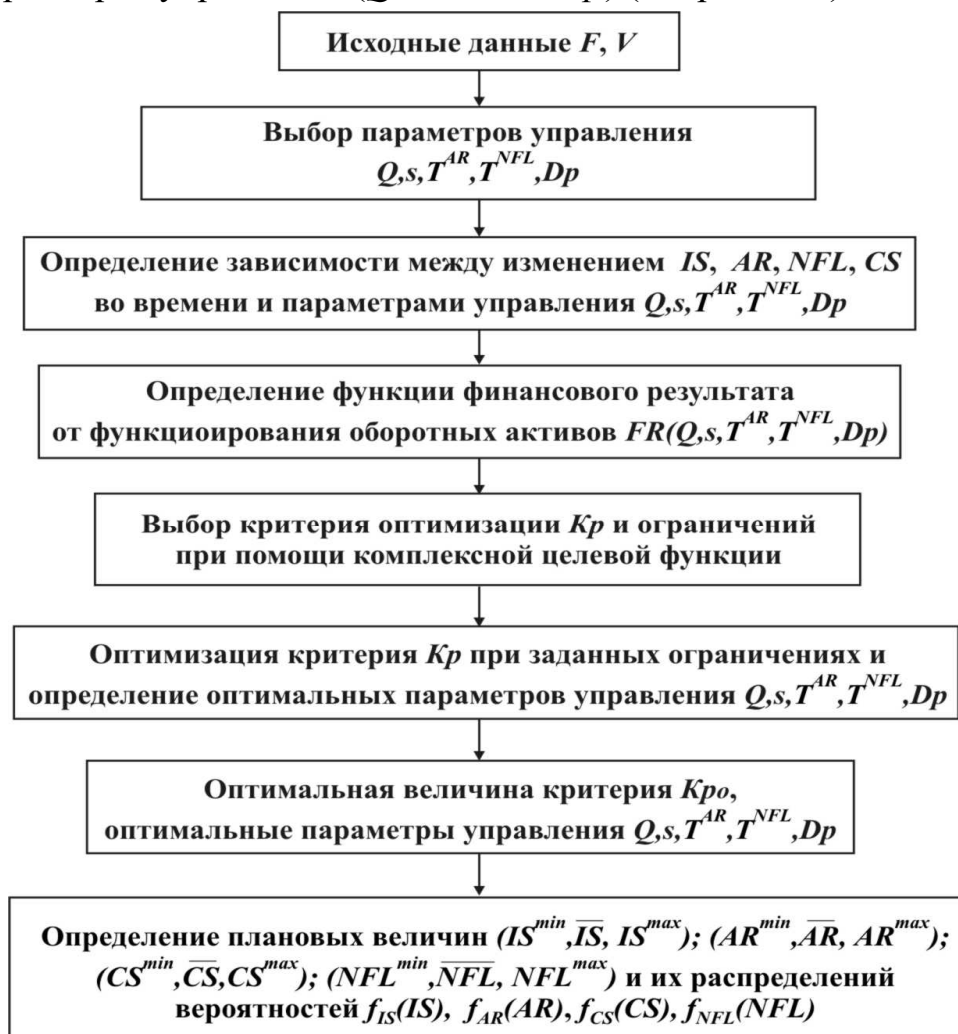


Рисунок 5.5 - Алгоритм планирования изменения материальных оборотных активов и изменения запаса денежных средств во времени

На основании исходных данных определяется финансовый результат от функционирования оборотных активов как функция от параметров управления $FR(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$. Затем на основании внутреннего состояния системы V при помощи комплексной целевой функции определяется критерий оптимальности Kp и ограничения, накладываемые на систему. Критерий оптимальности также представляется в виде функции от параметров управления $Kp(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$, и в него входит финансовый результат от функционирования оборотных активов $FR(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)$. После оптимизации критерия Kp при заданных ограничениях в результате получаем оптимальные параметры управления $(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp)_{opt}$, а также оптимальную величину критерия Kp_o . На основании оптимальных параметров управления рассчитываются плановые величины материальных оборотных активов $(IS^{min}, \overline{IS}, IS^{max})$, дебиторской задолженности $(AR^{min}, \overline{AR}, AR^{max})$, запаса денежных средств $(CS^{min}, \overline{CS}, CS^{max})$ и кредиторской задолженности $(NFL^{min}, \overline{NFL}, NFL^{max})$, а также их плотности вероятностей $f_{IS}(IS), f_{AR}(AR), f_{CS}(CS), f_{NFL}(NFL)$.

ГЛАВА 6. УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИХ ПОКРЫТИЯ В УСЛОВИЯХ СТАТИЧЕСКОГО СПРОСА

6.1. Управление материальными оборотными активами и источниками их покрытия при детерминированном спросе в многоуровневой многопродуктовой системе

Структура материального потока для многоуровневой многопродуктовой системы приведена на рисунке 3.1.

Ежедневный спрос на продукцию является постоянной величиной $d_{3j} = const$. Приток денежных средств равен оттоку, и не происходит пополнение чистых оборотных активов. Тогда, исходя из выражения (2.19), можно записать, что

$$\Delta WC = NP + \Delta Eq + \Delta LTD + Ao - \Delta LTA = 0; WC = const \quad (6.1)$$

Учитывая выражения (2.3), (2.9), (2.10), можно записать следующие выражения для определения дебиторской и кредиторской задолженностей:

$$AR = p \cdot d_{T^{AR}} = p \cdot d \cdot T^{AR} = p \cdot D \cdot \frac{T^{AR}}{T_o} = const \quad (6.2)$$

$$LS(T^{NFL}) = LS = p \cdot d_{T^{NFL}} = p \cdot d \cdot T_1^{NFL} = p \cdot D \cdot \frac{T^{NFL}}{T_o} = const \quad (6.3)$$

$$NFL = LS + TaD + ASI + AW + OD = const \quad (6.4)$$

Изменение материальных оборотных активов и сопутствующее изменение запаса денежных средств во времени. Управление запасами материальных ресурсов осуществляется на основании модели с фиксированным размером заказа, а запасами незавершенного производства и готовой продукции – на основании модели с фиксированным размером производственной партии (см. подраздел 2.1). Управление изменением совокупного запаса денежных средств во времени рассмотрим с использованием авторской стратегии управления запасами денежных средств (см. подраздел 2.1).

График производства и сбыта продукции. На рисунке 6.1 изображен линейный график производства и сбыта продукции, где производственный процесс состоит (условно) из 3 операций длительностью t_1, t_2, t_3 соответственно, с периодом развертывания потока τ , периодом производства готовой продукции t_{np} и длительностью производственного цикла T_y .

Продолжительность i -ой операции [46, с. 166] определяется как

$$t_i(Q_i) = Q_i \cdot t_i^{ук} (Q_i) = \frac{Q_i}{pr_i(Q_i)} = Q_i \cdot t_i^{u} + t_i^{n3}, \quad (6.5)$$

где $t_i^{ук}$ – норма времени на выполнение i -ой операции (штучно-калькуляционная норма) над единицей продукции $t_i^{ук} (Q_i) = t_i^{u} + \frac{t_i^{n3}}{Q_i}$;

t_i^{uu} – норма штучного времени на выполнение i -ой операции;

t_i^{n3} – норма подготовительно заключительного времени для i -ой операции;

pr_i – интенсивность (количество продукции, выпускаемой в единицу времени) i -ой операции в натуральных единицах измерения

$$pr_i(Q_i) = \frac{1}{t_i^{uk}(Q_i)} = \frac{Q_i}{Q_i \cdot t_i^{uu} + t_i^{n3}};$$

Q_i – размер производственной партии для i -ой операции в натуральных единицах измерения.

Период производства готовой продукции равен $t_{np}(Q_m) = t_m(Q_m)$, где m – количество операций, из которых состоит технологический процесс (на рис. $m=3$).

Согласно рис. 6.1 на всех стадиях производственного процесса обрабатываются одинаковые производственные партии [149, с. 120-121], для чего необходимо выполнение следующего условия

$$\frac{Q_1}{\prod_{j=1}^{m-1} n_{jj+1}} = \frac{Q_2}{\prod_{j=2}^{m-1} n_{jj+1}} = \dots = \frac{Q_i}{\prod_{j=i}^{m-1} n_{jj+1}} = \dots = Q_m, \quad (6.6)$$

где n_{ii+1} – количество единиц незавершенного производства после i -ого процесса используемых для производства одной единицы незавершенного производства процесса № $i+1$.

Длительность технологического цикла зависит от движения партии продукции по операциям технологического процесса (последовательное, параллельное, параллельно последовательное) [30, с. 110-117], [43, с. 168-169], [46, с. 168-170], [58, с. 577-579]. В приложении В определена зависимость длительности технологического цикла от размера производственной партии при различном движении партии продукции по операциям технологического процесса. В результате проделанных вычислений можно сделать вывод о том, что продолжительность технологического цикла T_T прямо пропорционально зависит от размера производственной партии независимо от движения партии продукции по операциям технологического процесса.

$$T_T(Q_m) = \alpha \cdot Q_m + \beta, \quad (6.7)$$

где α, β – величины, не зависящие от размера производственной партии Q_m , а зависящие от движения партии продукции по операциям технологического процесса (см. приложение Б).

Длительность производственного цикла T_u [14, с. 111], [30, с. 173-175]:

$$T_u(Q_m) = T_T(Q_m) + \sum_{i=1}^m t_i^{MO} + T_e, \quad (6.8)$$

где t_i^{MO} – продолжительность межоперационных перерывов (межоперационное пролеживание, транспортировка, контроль) между парой $i, i+1$ смежных операции;

T_e – продолжительность естественных процессов, не являющихся технологическими.

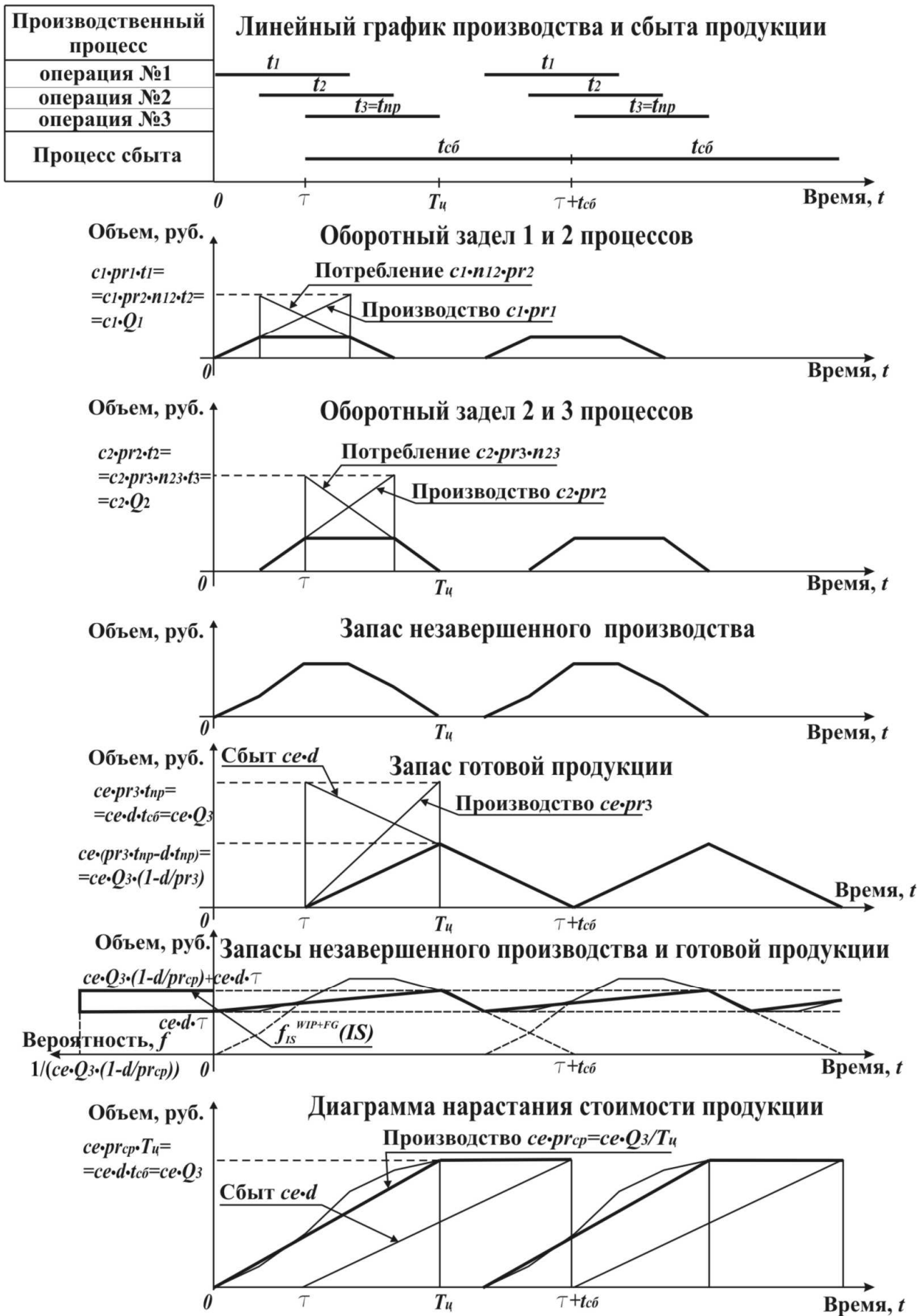


Рисунок 6.1 - График производства и сбыта продукции, изменения материальных запасов во времени

Каждый раз, приступая к производству новой партии готовой продукции, предприятие при этом несет дополнительные издержки G на подготовительно-заключительные операции.

Длительность периода развертывания потока

$$\tau(Q_m) = T_u(Q_m) - t_{np}(Q_m) = T_T(Q_m) - t_m(Q_m) + \sum_{i=1}^m t_i^{mo} + a \cdot T_e, \quad (6.9)$$

где $a=0$ – если естественные процессы продолжительностью T_e происходят после окончания последней операции, и $a=1$ – если естественные процессы происходят до начала последней операции.

Существует также и другой вариант производственного процесса, когда на различных операциях обрабатываются различные по величине производственные партии [181, с. 120-121], другими словами, условие (6.6) не соблюдается. В таком случае период развертывания потока определяется по выражению (6.10), что значительно увеличивает запасы незавершенного производства и готовой продукции, хотя и снижает издержки на подготовительно-заключительные операции.

$$\begin{aligned} \tau(Q_m) &= \sum_{i=2}^m Q_i \cdot \left(\frac{\prod_{j=i}^m n_{jj+1}}{d} - \frac{1}{pr_i(Q_i)} \right) + (1-a) \cdot T_e = \\ &= \sum_{i=2}^m Q_i \cdot \left(\frac{\prod_{j=i}^m n_{jj+1}}{d} \right) + \sum_{i=2}^m Q_i \cdot t_i^u + \sum_{i=2}^m t_i^{n3} + (1-a) \cdot T_e, \end{aligned} \quad (6.10)$$

где d – интенсивность сбыта готовой продукции (однодневный спрос).

Сбыт готовой продукции происходит во времени постоянно, при этом продолжительность сбыта приходящаяся на один производственный цикл T_u , составляет $t_{c\sigma}$.

$$t_{c\sigma}(Q_m) = \frac{Q_m}{d} \quad (6.11)$$

Изменение запаса незавершенного производства во времени. С началом первой операции возникает оборотный задел 1-ой и 2-ой операций (см. рисунок 6.1), который сначала увеличивается в соответствии с интенсивностью 1-ой операции $c_1 \cdot pr_1$ в руб. (где c_1 – стоимость единицы незавершенного производства после 1-ой операции). Затем с началом 2-ой операции оборотный задел изменяется в соответствии с разницей интенсивностей 1-ой и 2-ой операций $c_1 \cdot pr_1 - c_1 \cdot pr_2 \cdot n_{12}$ (где c_2 – стоимость единицы незавершенного производства после 2-ой операции). И, в конце концов, оборотный задел 1-ой и 2-ой операций после окончания 1-ой операции уменьшается в соответствии с интенсивностью 2-ой операции $c_1 \cdot pr_2 \cdot n_{12}$ до 0.

Аналогичным образом изменяется во времени и оборотный задел 2 и 3 процессов (см. рисунок 5.6) или любых двух других смежных процессов i и $i+1$. Правила построения эпюр оборотного задела двух смежных операций приведены в [46, с. 285-291], [58, с. 582-585]. Складывая ординаты эпюр оборотных заделов смежных процессов, получим изменение запаса незавершенного производства во времени.

Изменение запаса готовой продукции во времени. Рассмотрим сначала случай, когда сбыт готовой продукции, происходит с постоянной интенсивностью во времени $ce \cdot d$ в руб. Сначала запасы готовой продукции увеличиваются в соответствии с разницей интенсивностей последней операции $ce \cdot pr_3$ и сбыва готовой продукции $ce \cdot d$ до величины $ce \cdot (pr_3 - d) \cdot t_{np} = ce \cdot Q_3 \cdot \left(1 - \frac{d}{pr_3}\right)$ (где ce – себестоимость готовой продукции) в момент времени $t = T_u$, а затем после окончания последней операции уменьшаются, в соответствии с интенсивностью сбыва готовой продукции $ce \cdot d$, до 0 в момент времени $t = \tau + t_{сб}$.

Изменение запасов незавершенного производства и готовой продукции во времени. Складывая величины запаса незавершенного производства и запаса готовой продукции, получим изменение запаса незавершенного производства и готовой продукции во времени (см. рисунок 6.1).

На основании изменения запаса незавершенного производства и готовой продукции во времени можно построить диаграмму нарастания стоимости партии готовой продукции [55, с. 84]. Очевидно, что нарастание стоимости партии готовой продукции будет неравномерным во времени – ломаная линия на диаграмме, которую с определенной точностью можно заменить прямой, тогда скорость нарастания стоимости партии готовой продукции будет постоянной и

равняться $pr_{cp} = \frac{Q_3}{T_u}$. Сбыт готовой продукции происходит с постоянной интен-

сивностью во времени $ce \cdot d$ (другими словами, нарастание стоимости реализованной готовой продукции представляет собой прямую на рис. 3.3) и отстает по времени от производства готовой продукции на τ . Разница между линиями нарастания стоимости партии готовой продукции и стоимости реализованной готовой продукции и составляет сумму незавершенного производства и готовой продукции.

Запасы незавершенного производства и готовой продукции сначала возрастают от величины $ce \cdot \tau \cdot d$ в соответствии с разницей интенсивностей производства и сбыва готовой продукции $ce \cdot pr_{cp} - ce \cdot d$ до величины

$ce \cdot (pr_{cp} - d) \cdot T_u + ce \cdot \tau \cdot d = ce \cdot Q_3 \cdot \left(1 - \frac{d}{pr_{cp}}\right) + ce \cdot \tau \cdot d$ в момент времени $t = T_u$, а

затем уменьшается после окончания последней операции, в соответствии с интенсивностью сбыва готовой продукции $ce \cdot d$, до величины $ce \cdot \tau \cdot d$.

Однако прямую нарастания стоимости партии готовой продукции можно провести и так, чтобы она более точно соответствовала ломаной кривой нарастания стоимости партии готовой продукции (см. рисунок 6.2), в таком случае мы как бы сокращаем длительность производственного цикла с T_u до t_u и более точно определяем величину запасов незавершенного производства и готовой продукции. В этом случае скорость нарастания стоимости партии готовой продукции будет равняться $pr_{cp} = \frac{Q_3}{t_u}$.

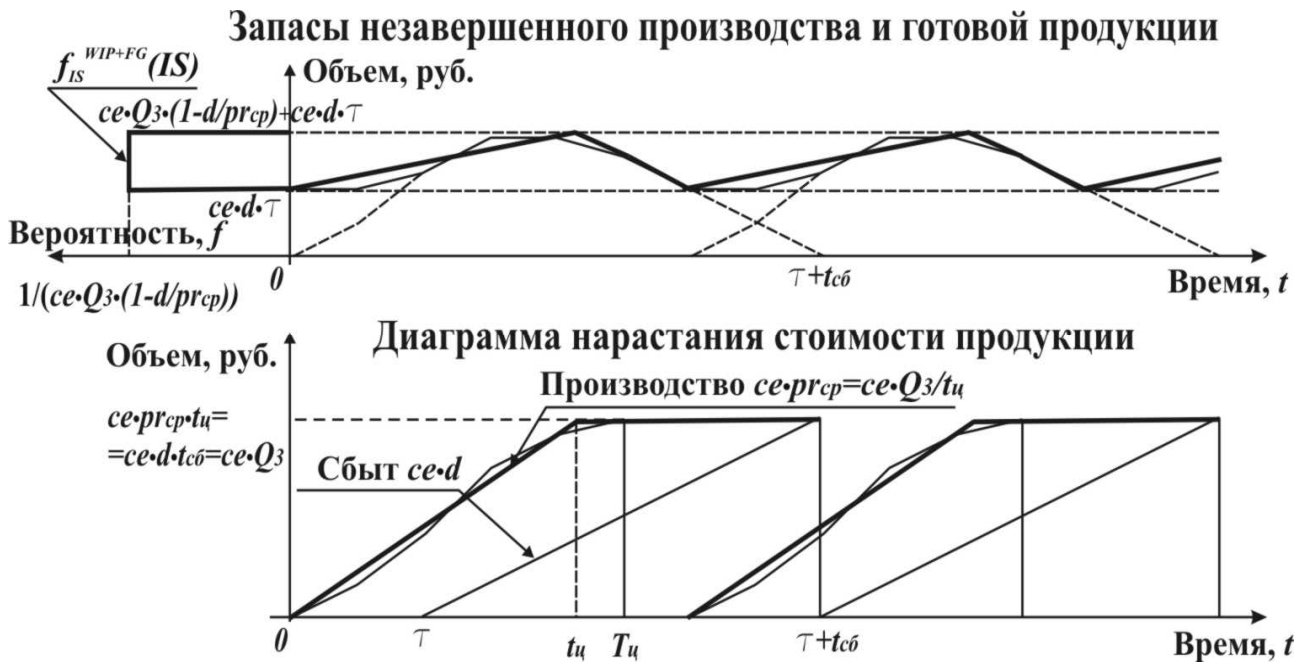


Рисунок 6.2 - Изменение запасов незавершенного производства и готовой продукции во времени

Из рисунка 6.1 и 6.2 видно, что форма распределения вероятностей наличного запаса незавершенного производства и готовой продукции $f_{IS}^{WIP+FG}(IS)$ представляет собой прямоугольник – равномерное распределение, которое можно также выразить математически (см. приложение Г).

Отметим, что величина запасов незавершенного производства в значительной степени зависит от периода развертывания потока τ – времени от начала первой до начала последней операции производственного цикла. В свою очередь период развертывания потока зависит от размера производственной партии Q_m и норм времени на выполнение производственных операций над единицей продукции t_i^{um} . Поэтому в отраслях со значительными по величине производственными партиями в стоимостном выражении и нормами времени на выполнение производственных операций над единицей продукции имеют место и значительные по величине запасы незавершенного производства и готовой продукции.

Изменение запаса материальных ресурсов во времени. Рассмотрим динамику изменения запасов материальных ресурсов во времени (см. рисунок 6.3).

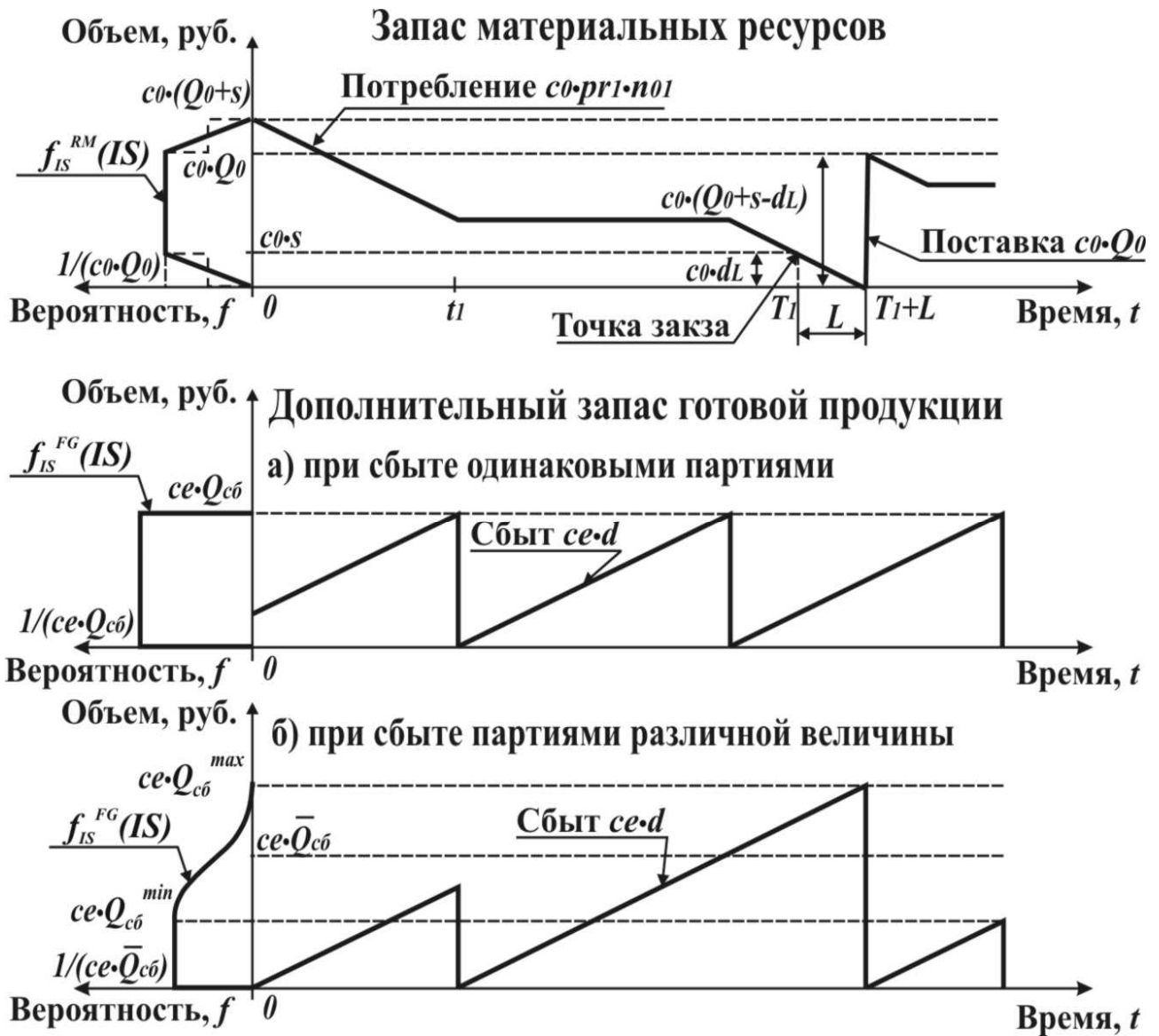


Рисунок 6.3 - Изменение запаса материальных ресурсов и дополнительного запаса готовой продукции во времени

В момент времени $t=0$ общий уровень запаса составляет некоторую начальную величину $c_0 \cdot (s + Q_0)$ (где c_0 – стоимость единицы сырья и материалов; Q_0 – размер заказа для сырья и материалов; s – точка заказа). Далее запас неравномерно расходуется с интенсивностью $c_0 \cdot pr_1 \cdot n_{01}$ или 0, пока не достигнет точки заказа $c_0 \cdot s$. При достижении запасом уровня s в момент времени T_1 размещается заказ на пополнение запаса, и предприятие несет издержки заказа K , а оставшийся запас продолжает неравномерно расходоваться в течение времени L до величины $c_0 \cdot (s - d_L)$ (где d_L – потребление запаса за время выполнения заказа L), пока в момент времени $t=T_1+L$ не прибудет заказанная партия товаров размером Q_0 и запас вновь пополнится до величины $c_0 \cdot (Q_0 + s - d_L)$. Потребление запаса за время выполнения заказа L изменяется от 0 до $c_0 \cdot pr_1 \cdot n_{01}$, и если не рассматривать возможность дефицита запасов, то точка заказа $s = pr_1 \cdot n_{01} \cdot L$ (см. рисунок 6.3).

Из рисунка 6.3 видно, что форма распределения вероятностей наличного запаса материальных ресурсов $f_{IS}^{RM}(IS)$ представляет собой трапецию – трапециевидное распределение, которое можно также выразить математически (см. приложение В).

Изменение дополнительного запаса готовой продукции во времени. При сбыте готовой продукции партиями образуются дополнительные запасы готовой продукции (см. рисунок 6.3) к запасу готовой продукции при постоянной интенсивности сбыта (см. рисунок 6.2), поэтому, чтобы получить совокупный запас готовой продукции, необходимо сложить графики изменения запасов готовой продукции во времени на рисунках 6.1 и 6.3. Отметим, что изменение запаса готовой продукции во времени, изображенное на рисунке 6.1, прежде всего связано с размером производственной партии Q_3 , а значит, связано с производством продукции. Изменение дополнительного запаса готовой продукции во времени, изображенное на рисунке 5.8, прежде всего связано с размером партии сбыта $Q_{сб}$, а значит, связано со сбытом продукции. Таким образом, изменение совокупного запаса готовой продукции во времени связано как с производством, так и со сбытом продукции.

На рисунке 6.3 рассмотрены два случая изменения дополнительного запаса готовой продукции во времени: при сбыте готовой продукции одинаковыми партиями; при сбыте готовой продукции партиями различной величины. При сбыте готовой продукции одинаковыми партиями на графике изменения дополнительного запаса готовой продукции во времени (см. рисунок 6.3) уровень запаса повышается равномерно от 0 до размера партии сбыта (реализации) $ce \cdot Q_{сб}$ (где $Q_{сб}$ – размер партии сбыта в натуральных единицах измерения величина постоянная) в соответствии с интенсивностью сбыта $ce \cdot d$, после чего происходит отгрузка партии готовой продукции величиной $ce \cdot Q_{сб}$. Отгрузка выполняется мгновенно, и уровень запаса падает до 0. Из рисунка 6.3 видно, что форма распределения вероятностей наличного запаса готовой продукции $f_{IS}^{FG}(IS)$ представляет собой прямоугольник – равномерное распределение, которое можно выразить математически (см. приложение Г). При сбыте готовой продукции партиями различной величины на графике изменения дополнительного запаса готовой продукции во времени (см. рисунок 6.3), размер партии сбыта в натуральных единицах измерения является величиной переменной ($Q_{сб}^{max}$ – максимальный размер партии сбыта, $Q_{сб}^{min}$ – минимальный размер партии сбыта, $\bar{Q}_{сб}$ – средний размер партии сбыта). Из рисунка 6.3 видно, что форма распределения вероятностей наличного запаса готовой продукции $f_{IS}^{FG}(IS)$ представляет собой сложную фигуру (см. приложение Г).

В заключение отметим, что все вышеприведенные выражения разработаны для простого и синтетического производственных процессов. В простых (последовательных) производственных процессах из одного вида сырья изготавливается один вид готовой продукции [30, с. 102-103], [157]; в синтетических (сборочных) процессах из различных видов сырья изготавливается один вид готовой продукции [30, с. 102-103], [157]. Аналогичные выражения можно получить и для аналитического процесса, и для общего вида производственного процесса, путем доработки выражений, полученных для прямого и синтетического производственных процессов. В аналитических (древовидных) процессах из одного вида сырья получают несколько видов готовой продукции [30, с. 102-103], [157]. При производственном процессе общей схемы, который представляет собой синтез аналитического и синтетического процессов из нескольких видов сырья получают несколько видов готовой продукции [90], [157].

Изменение совокупного материального запаса во времени для многоуровневой многопродуктовой системы при детерминированном спросе изображено на рисунке 6.4. Вероятность того, что совокупный материальный запас будет содержать ровно IS единиц продукта, для многоуровневой многопродуктовой системы можно определить при помощи выражения (2.2). В результате расчета полученное распределение вероятностей имеет форму кривой Гаусса, при достаточно большом количестве видов материальных запасов $k_1 + k_2 + k_3 \geq 10$, и его можно охарактеризовать выражением (6.12).

$$f_{IS}(IS) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(IS)}} \cdot e^{-\frac{(y - \overline{IS})^2}{2 \cdot V(IS)}}, \quad (6.12)$$

где \overline{IS} – математическое ожидание для распределения (6.12);
 $V(IS)$ – дисперсия для распределения (6.12).

$$\overline{IS} = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} \frac{Q_{hj}}{2}; \quad V(IS) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} \frac{(Q_{hj})^2}{12} \quad (6.13)$$

Следует отметить, что присутствует взаимодействие между спросом на материальные ресурсы и спросом на готовую продукцию одного вида продукции. Другими словами, спрос на запасы является зависимым, но процесс отгрузки товаров покупателям и процесс закупки сырья и материалов не зависят друг от друга. Поэтому распределение вероятностей запаса сырья и материалов и запаса готовой продукции для одного вида продукта не зависят друг от друга.

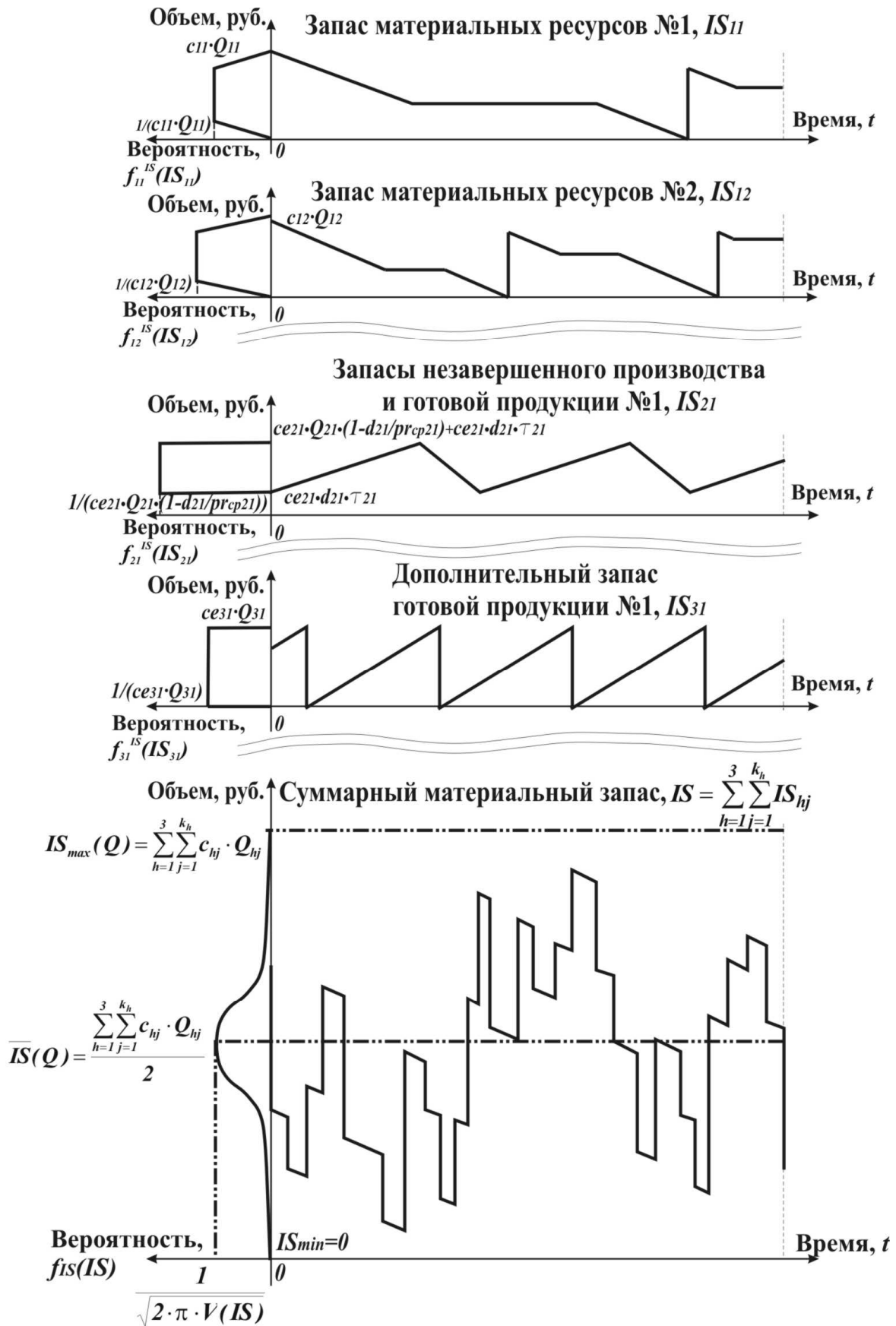


Рисунок 6.4 - Изменение совокупного материального запаса во времени для многоуровневой многопродуктовой системы при детерминированном спросе

Графики изменения совокупного материального запаса и совокупного запаса денежных средств для многоуровневой многопродуктовой системы при детерминированном спросе представлены на рисунке 6.5.

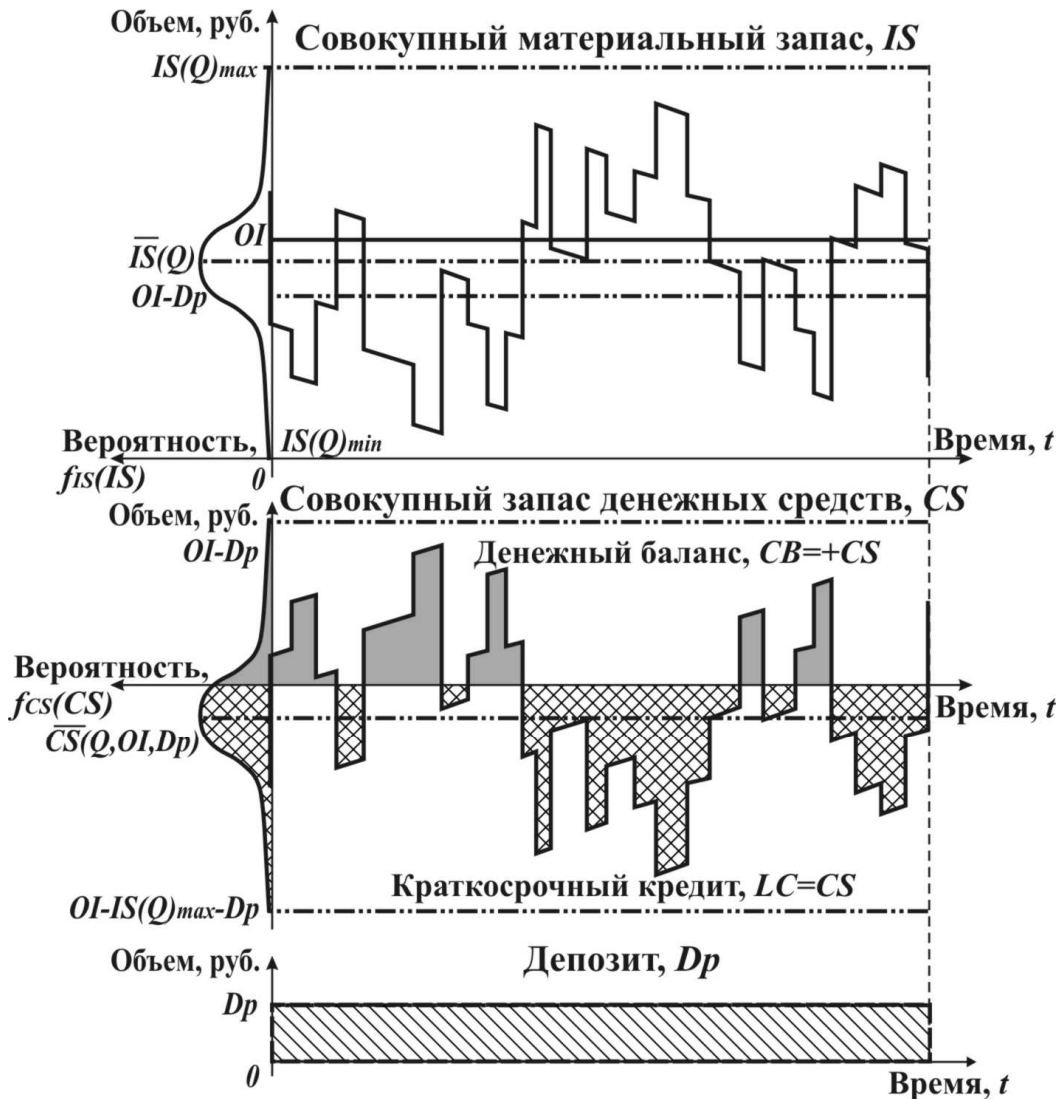


Рисунок 6.5 - Изменение совокупного материального запаса и совокупного запаса денежных средств во времени

Финансовый результат от функционирования оборотных активов. На основании выражения (3.1) ожидаемый финансовый результат от функционирования оборотных активов

$$\begin{aligned}
 \overline{FR}(Q, T^{NFL}, Dp) = & Dp \cdot R_{dp} + \overline{CB}(Q, T^{NFL}, Dp) \cdot R_{cb} - \overline{AR} \cdot I - \\
 & - \overline{LC}(Q, T^{NFL}, Dp) \cdot R_{lc} - \sum_{j=1}^{k_1} K_{1j} \cdot \overline{m}_{1j}(Q_{1j}) - \sum_{j=1}^{k_2} G_{2j} \cdot \overline{m}_{2j}(Q_{2j}) - \\
 & - \left(g^{const} \cdot \overline{IS}_{max}(Q) + \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} g_{hj}^{var} \cdot \overline{IS}_{hj}(Q_{hj}) \right) - \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} \overline{DS}_{hj}(Q_{hj}) \cdot R_l
 \end{aligned} \quad (6.14)$$

Очевидно, что оптимизацию выражения (6.14) в символьном виде провести очень сложно, поэтому рекомендуется выполнить оптимизацию в численном виде.

Рассмотренная в данном разделе методика управления оборотными активами и источниками их покрытия при детерминированном спросе в многоуровневых многопродуктовых системах послужит нам в дальнейшем для разработки этой же методики при стохастическом спросе, так как случай детерминированного спроса на практике встречается довольно редко.

6.2. Управление материальными оборотными активами и источниками их покрытия при стохастическом спросе в многоуровневой многопродуктовой системе

В данном подразделе мы будем продолжать рассматривать многоуровневую многопродуктовую систему из подраздела 5.2 (см. рисунок 3.1), но уже при стохастических параметрах.

Ежедневный спрос на продукцию d_{3j} является стохастической величиной. Периоды расчетов с поставщиками и заказчиками являются стохастическими величинами.

Управление запасами материальных ресурсов осуществляется на основании модели с фиксированным размером заказа, а запасами незавершенного производства и готовой продукции – на основании модели с фиксированным размером производственной партии (Q, s) (см. подраздел 2.1). Управление изменением запаса денежных средств во времени рассмотрим с использованием авторской стратегии управления запасами денежных средств.

Дополнительно в подразделах 5.4 и 5.5 управление материальными запасами осуществляется на основании стратегии фиксированного ритма заказа (Period order quantity, POQ) [46, с. 486], [93, с. 190] и стратегии “партия за партией” (Lot-for-lot, LFL) [46, с. 486], [93, с. 189] соответственно. Данные стратегии применяются в микрологистической системе MRP при динамическом характере спроса, однако мы будем рассматривать изменение материальных оборотных активов без точного определения ежедневного потребительского спроса, а только на основании общей величины потребительского спроса в плановом периоде (1-3 мес.) и распределения вероятностей ежедневного потребительского спроса. Это позволит нам планировать на 1-3 мес. изменение материальных оборотных активов и запасов денежных средств во времени в зависимости от выбранной стратегии управления материальными запасами.

Управление материальными запасами на основании стратегии с фиксированным размером заказа (Q, s)

Изменение запаса готовой продукции во времени. Рассмотрим случай, когда сбыт готовой продукции происходит с переменной интенсивностью во времени $ce \cdot d$ в руб. (d^{max} – максимальная интенсивность сбыта в натуральных ед. изм., d^{min} – минимальная интенсивность сбыта в натуральных ед. изм., \bar{d} – средняя интенсив-

ность сбыта в натуральных ед. изм.). Сначала запасы готовой продукции увеличиваются в соответствии с разницей интенсивностей последней операции $ce \cdot pr_3$ и сбыта готовой продукции $ce \cdot d$ до величины $ce \cdot (pr_3 \cdot t_{np} - d_{inp}) = ce \cdot (Q_3 - d_{inp})$ в момент времени $t = T_u$, а затем после окончания последней операции уменьшается в соответствии с переменной интенсивностью сбыта готовой продукции $ce \cdot d$ (см. рисунок 6.6). В момент времени $t = t_{nu}$, когда запасы готовой продукции после достижения максимальной величины падают до уровня $s_{cb} = ce \cdot d_{\tau}^{max}$ (точка возобновления производственного процесса), начинается новый производственный цикл. При этом непосредственно выпуск готовой продукции начинается через период времени, равный периоду развертывания потока τ .

Изменение запаса незавершенного производства и готовой продукции во времени. Нарастание стоимости партии готовой продукции будет равномерным во времени с интенсивностью pr_{cp} (согласно предположению, сделанному в подразделе 5.2) – прямая линия на диаграмме. Однако теперь сбыт готовой продукции будет неравномерным во времени с интенсивностью $ce \cdot d$ и будет отставать по времени от производства готовой продукции на τ .

Как уже определено ранее, разница между линиями нарастания стоимости партии готовой продукции и стоимости реализованной готовой продукции и составляет сумму незавершенного производства и готовой продукции.

Запасы незавершенного производства и готовой продукции сначала возрастают от величины $ce \cdot d_{\tau}^{max}$ в соответствии с разницей интенсивностей производства и сбыта готовой продукции $ce \cdot pr_{cp} - ce \cdot d$ до величины $ce \cdot (pr_{cp} \cdot T_u - d_{Tu}) + ce \cdot d_{\tau}^{max} = ce \cdot (Q_3 - d_{Tu}) + ce \cdot d_{\tau}^{max}$ в момент времени $t = T_u$, а затем после окончания последней операции уменьшаются, в соответствии с интенсивностью сбыта готовой продукции $ce \cdot d$, до величины $ce \cdot d_{\tau}^{max}$.

Распределение вероятностей наличного запаса незавершенного производства и готовой продукции $f_{IS}^{WIP+FG}(IS)$ изображенное на рисунке 5.11, определяется при помощи выражения, приведенного в приложении Д.

Изменение запаса материальных ресурсов во времени. Динамика изменения запасов материальных ресурсов во времени (см. рисунок 6.6) при стохастическом спросе аналогична динамике при детерминированном спросе (см. рисунок 6.3).

Из рисунка 6.6 видно, что форма распределение вероятностей наличного запаса сырья и материалов $f_{IS}^{RM}(IS)$ представляет собой трапецию – трапециевидное распределение, которое можно выразить математически (см. приложение Д).

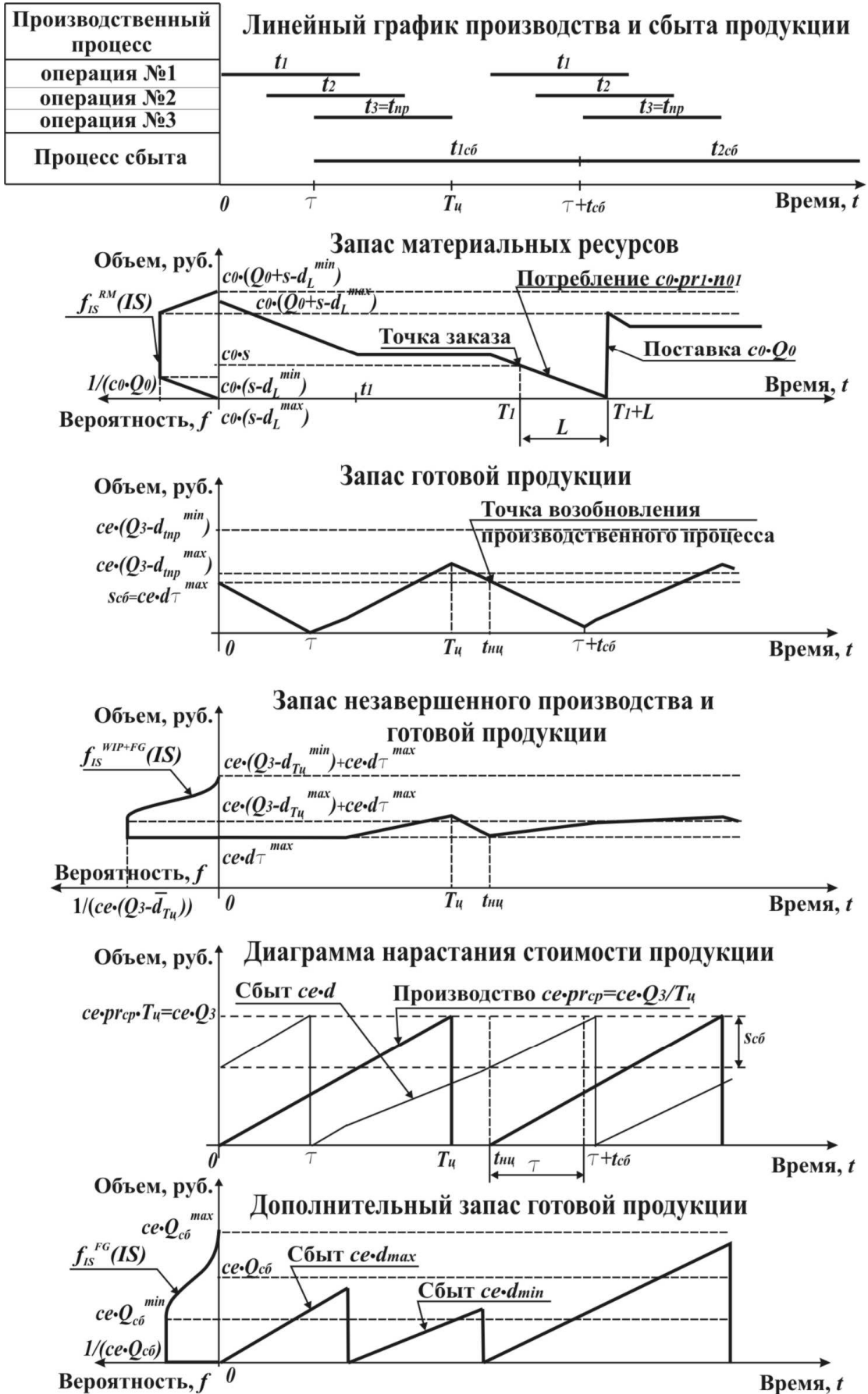


Рисунок 6.6 - График производства и сбыта продукции, изменения материальных запасов во времени

Изменения дополнительного запаса готовой продукции во времени. Сбыт готовой продукции (см. рисунок 6.6) происходит партиями различной величины ($Q_{cб}^{max}$ – максимальный размер партии сбыта, $Q_{cб}^{min}$ – минимальный размер партии сбыта, $\bar{Q}_{cб}$ – средний размер партии сбыта). При этом уровень сбытового запаса растет в соответствии с интенсивностью сбыта $ce \cdot d$ – величиной, носящей вероятностный характер. Математическое выражение для распределения вероятностей наличного запаса готовой продукции $f_{IS}^{FG}(IS)$ приведено в приложении Г.

Изменение совокупного материального запаса во времени для общего случая многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе изображено на рисунке 2.8. Распределение вероятностей суммарного материального запаса определяется при помощи выражения (6.12).

Изменение совокупного запаса денежных средств во времени для общего случая многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе изображено на рисунке 2.11. Изменение чистых оборотных активов, дебиторской задолженности, кредиторской задолженности во времени для общего случая многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе изображены на рисунке 2.8. Распределения вероятностей дебиторской и кредиторской задолженностей приведены в приложении Е.

Финансовый результат от функционирования оборотных активов.

Ожидаемый финансовый результат от функционирования оборотных активов \overline{FR} для данной системы соответствуют выражению (3.1), и все выражения для определения доходов и издержек от логистических операций приведены в главе 3. Оптимизацию выражения (3.1) необходимо проводить в численном виде.

Управление материальными запасами на основании стратегии Periodic order quantity (POQ)

В соответствии со стратегией фиксированного ритма заказа (Periodic order quantity, POQ) генерируются партии различной величины, покрывающие суммарный спрос на компонент в интервалах времени одинаковой продолжительности (см. рисунок 6.7) [30, с. 486], [70, с. 190]. Запасы в этом случае формируются в начале интервалов, а к их концу снижаются до уровня страховых. Ритм поставки определяется на основании оптимального размера заказа определенного при управлении запасами на основании модели с фиксированным размером заказа

$$t_{cб} = \frac{D}{Q_m^*} \quad (6.15)$$

$$T = \frac{D_{RM}}{Q_0^*}, \quad (6.16)$$

где $t_{cб}$ – период сбыта готовой продукции (ритм поставки готовой продукции);
 T – ритм поставки материальных ресурсов;

D_{RM} – спрос за период планирования на материальные ресурсы;

Q_m^* – размер партии готовой продукции, определенный на основании модели с фиксированным размером производственной партии;

Q_0^* – размер партии материальных ресурсов, определенный на основании модели с фиксированным размером заказа.

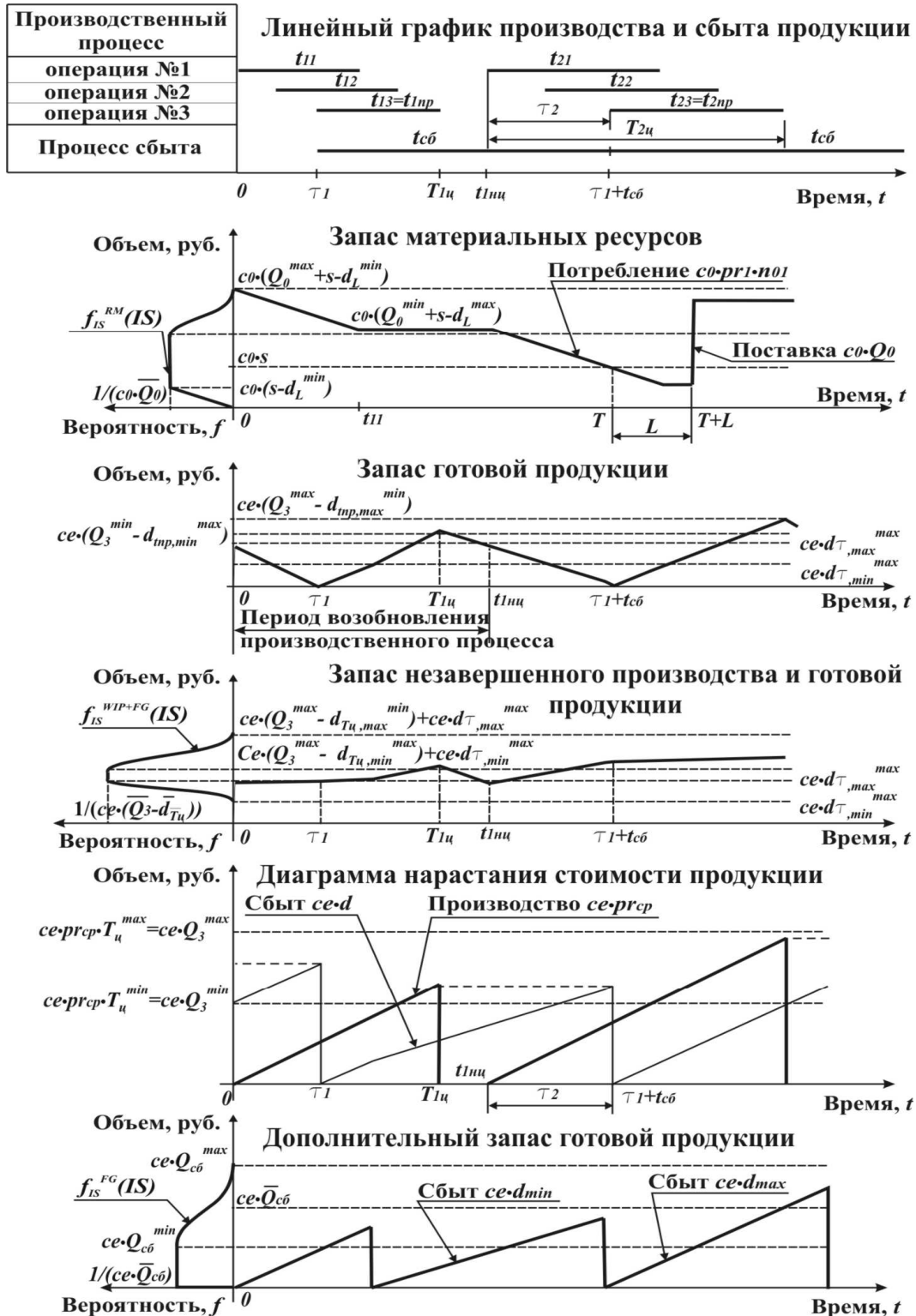


Рисунок 6.7 - График производства и сбыта продукции, изменения материальных запасов во времени

В таком случае продолжительность производственного цикла T_y – величина переменная (T_y^{max} – максимальная продолжительность производственного цикла, T_y^{min} – минимальная продолжительность производственного цикла, \bar{T}_y – средняя продолжительность производственного цикла), которая изменяется в зависимости от суммарного спроса за период сбыта готовой продукции d_{tcb} .

Суммарный спрос за период сбыта готовой продукции d_{tcb} представляет собой переменный размер производственной партии $Q_m(t_{cb})$ (Q_m^{max} – максимальный размер производственной партии, Q_m^{min} – минимальный размер производственной партии, \bar{Q}_m – средний размер производственной партии).

$$T_y(t_{cb}) = \frac{t_{cb}^2 \cdot pr_{cp}}{d_{tcb}} = \frac{t_{cb}^2 \cdot pr_{cp}}{Q_m(t_{cb})}, \quad (6.17)$$

где pr_{cp} – средняя интенсивностей производства.

Продолжительность периода развертывания потока $\tau(t_{cb})$, так же величина переменная, зависящая от периода сбыта готовой продукции (τ^{max} – максимальная продолжительность периода развертывания потока, τ^{min} – минимальная продолжительность периода развертывания потока, $\bar{\tau}$ – средняя продолжительность периода развертывания потока).

Изменение запаса готовой продукции во времени. Сначала запасы готовой продукции увеличиваются в соответствии с разницей интенсивностей последней операции $ce \cdot pr_3$ и сбыта готовой продукции $ce \cdot d$ до величины $ce \cdot (pr_3 \cdot t_{np} - d_{tnp}) = ce \cdot (Q_3 - d_{tnp})$ в момент времени $t = T_{ly}$ ($d_{tnp, max}^{min}$ – минимальный спрос за максимальный период производства готовой продукции t_{np}^{max} , $d_{tnp, min}^{max}$ – максимальный спрос за минимальный период производства готовой продукции t_{np}^{min}), а затем уменьшается в соответствии с переменной интенсивностью сбыта готовой продукции $ce \cdot d$ после окончания последнего производственного процесса. В момент времени $t_{luy} = t_{cb} + \tau_1 - \tau_2$, когда запасы готовой продукции после достижения максимальной величины падают до уровня $ce \cdot d_{\tau}^{max}$, начинается новый производственный цикл ($d_{\tau, max}^{max}$ – максимальный спрос за максимальный период развертывания потока τ^{max} , $d_{\tau, min}^{max}$ – максимальный спрос за минимальный период развертывания потока τ^{min}).

Изменение запасов незавершенного производства и готовой продукции во времени. Запасы незавершенного производства и готовой продукции сначала возрастают от величины $ce \cdot d_{\tau}^{max}$ в соответствии с разницей интенсивностей производства и сбыта готовой продукции $ce \cdot pr_{cp} - ce \cdot d$ до величины $ce \cdot (pr_3 \cdot T_y - d_{T_y}) + ce \cdot d_{\tau}^{max}$ ($d_{T_y, max}^{min}$ – минимальный спрос за максимальный по времени производственный цикл T_y^{max} , $d_{T_y, min}^{max}$ – максимальный спрос за минимальный по времени производственный цикл T_y^{min} , $\bar{d}_{\bar{T}_y}$ – средний спрос за ожидаемое время производственного цикла \bar{T}_y) в момент времени $t = T_{ly}$, а затем уменьшается в соответствии с интенсивностью сбыта готовой продукции $ce \cdot d$ после окончания последнего производственного процесса до величины $ce \cdot d_{\tau}^{max}$.

Изменение запаса материальных ресурсов во времени. Рассмотрим динамику изменения запасов сырья и материалов во времени. В момент времени $t=0$ общий уровень запаса составляет $c_0 \cdot (s + Q_0)$. Размер заказа является величиной переменной $Q_0(T)$, зависящей от ритма поставки материальных ресурсов (Q_0^{max} – максимальный размер заказа, Q_0^{min} – минимальный размер заказа, \bar{Q}_0 – средний размер заказа), представляет собой суммарное потребление за период поставки материальных ресурсов d_T . Запас неравномерно расходуется с интенсивностью $c_0 \cdot pr_1 \cdot n_{0l}$ или 0, пока в момент времени T не размещается заказ на пополнение запаса, и предприятие несет издержки заказа K , а оставшийся запас продолжает неравномерно расходоваться в течение времени L до величины $c_0 \cdot (s - d_L)$, пока в момент времени $t=T+L$ не прибудет заказанная партия товаров размером $Q_0(T)$, и запас пополнится до величины $c_0 \cdot (Q_0 + s - d_L)$. Потребление запаса за время выполнения заказа L изменяется от 0 до $c_0 \cdot pr_1 \cdot n_{0l}$, и если не рассматривать возможность дефицита запасов, то величина запаса в момент заказа составляет $s = pr_1 \cdot n_{0l} \cdot L$.

Изменения дополнительного запаса готовой продукции во времени происходит, так же как и в случае управления запасами, на основании модели с фиксированной партией поставки.

Распределения вероятностей запасов, изображенные на рисунке 6.7, можно разработать по аналогии с распределениями вероятностей запасов для модели с фиксированной партией поставки (см. приложение Г).

Отметим, что средний уровень суммарного запаса при использовании модели с фиксированной партией поставки и модели с фиксированным интервалом поставки получается одинаковым и равным

$$\bar{IS} = \frac{ce \cdot \bar{Q}_{c\bar{b}} + c_0 \cdot (\bar{Q}_0 + \bar{s}) + ce \cdot (pr_3 \cdot \bar{T}_u - \bar{d}_{\bar{T}_u})}{2} + ce \cdot d_{\tau}^{max} \quad (6.18)$$

Управление материальными запасами на основании стратегии Lot-for-lot (LFL)

В соответствии со стратегией “партия за партией” (Lot-for-lot или LFL) [30, с. 486], [70, с. 189] размер и срок изготовления партии полностью соответствует чистой потребности и сроку возникновения потребности. При применении такой политики наблюдается существенное снижение запасов по сравнению с применением модели с фиксированной партией поставки и модели с фиксированным интервалом поставки (см. рисунок 6.8). Данная стратегия обеспечивает планирование производства, по своим параметрам ближе всего подходящее к параметрам логистической системы ЛТ.

Изменение запаса готовой продукции во времени. Сначала запасы готовой продукции увеличиваются от 0 в соответствии с интенсивностью последней операции $ce \cdot pr_3$ до величины партии сбыта $ce \cdot Q_{c\bar{b}}$ в момент времени $t=t_{lc\bar{b}}$, а затем падают до 0 в момент отгрузки партии готовой продукции.

Изменение запасов незавершенного производства и готовой продукции во времени. Запасы незавершенного производства и готовой продукции сначала возрастают от 0 в соответствии с интенсивностью производства $ce \cdot pr_{cp}$ до величины $ce \cdot Q_{cб}$ в момент времени $t=t_{1cб}$, а затем падают до 0 в момент отгрузки партии готовой продукции. Начало каждого производственного цикла начинается строго за $T_{ц}$ до наступления момента отгрузки $t_{cб}$, а размер производственной партии строго соответствует размеру партии готовой продукции (партии сбыта) $Q_{cб}$.



Рисунок 6.8 - График производства и сбыта продукции, изменения материальных запасов во времени

Изменение запаса материальных ресурсов во времени полностью координируется с процессом изменения запасов незавершенного производства и готовой продукции. Заказанная партия материальных ресурсов $c_0 \cdot Q_0(Q_{c\bar{c}})$ прибывает строго в момент начала очередного производственного цикла, а заказ размещается за L дней до начала производственного цикла. Размер заказа $Q_0(Q_{c\bar{c}})$ строго зависит от размера партии готовой продукции (партии сбыта) и, кроме этого, в данном случае не требуются страховые запасы. Запас равномерно расходуется с интенсивностью $c_0 \cdot pr_1 \cdot n_{01}$ пока не достигнет 0 (полностью расходуется). Распределение вероятности суммарного запаса, изображенные на рисунке 6.8, можно разработать по аналогии с распределениями вероятностей запасов для модели с фиксированной партией поставки (см. приложение Г).

Отметим, что средний уровень суммарного запаса (6.19) гораздо ниже, чем при использовании модели с фиксированной партией поставки (6.18).

$$\bar{IS} = \frac{ce \cdot \bar{Q}_{c\bar{c}} + c_0 \cdot \bar{Q}_0}{2} \cdot \frac{\bar{d}}{pr_{cp}} \quad (6.19)$$

ГЛАВА 7. МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИХ ПОКРЫТИЯ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО СПРОСА

7.1. Изменение составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени в условиях динамического спроса

7.1.1. Изменение материальных запасов во времени

Запасы материальных ресурсов.

Модель с фиксированным размером заказа (с фиксированной партией поставки) (Q, s) [31, с. 311-314], [46, с. 251-252], [50, с. 418-420] основана на непрерывной проверке фактического уровня запаса. В этой модели управления запасами размер заказа является величиной постоянной $Q = const$. Интервалы времени, через которые проводится размещение заказа, в этом случае могут быть разные. Нормируемыми величинами в этой системе являются размер заказа Q , размер запаса в момент размещения заказа (точка заказа s). Заказ на поставку размещается при уменьшении наличного запаса до точки заказа. Точка заказа s – это средний спрос на материальные ресурсы в течение времени выполнения заказа L плюс страховой запас (смотри рисунок 7.1). Таким образом, запас материального ресурса в момент времени t определяется по следующей формуле

$$IS_t^{RM}(Q^{RM}, s^{RM}) = IS_{t-L}^{RM}(Q^{RM}, s^{RM}) + c_t^{RM} \cdot (Q_t^{RM}(Q^{RM}, s^{RM}) - d_t^{RM}), \quad (7.1)$$

где IS_t^{RM} – запас материального ресурса в момент времени t ;

c_t^{RM} – стоимость единицы материального ресурса в момент времени t ;

Q_t^{RM} – размер заказа материального ресурса в момент времени t ;

d_t^{RM} – спрос на материальный ресурс в момент времени t ;

Q^{RM} – размер заказа материального ресурса (параметр управления);

s^{RM} – точка заказа материального ресурса (параметр управления).

$$Q_t^{RM}(Q^{RM}, s^{RM}) = \begin{cases} Q^{RM} & \text{если } IS_{t-L-1}^{RM} - d_t^{RM} \leq s^{RM} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (7.2)$$

где L – время выполнения заказа поставщиком.



Запасы незавершенного производства, готовой продукции.

В моделях управления запасами материальных ресурсов пополнение запаса происходит мгновенно. Однако при рассмотрении запасов незавершенного производства и готовой продукции нельзя пренебрегать временем пополнения запаса, в течение которого производится определенный объем продукции. В этом случае пополнение запасов происходит с определенной постоянной интенсивностью во времени pr (количество продукции, выпускаемой в единицу времени).

При рассмотрении запасов незавершенного производства можно утверждать, что пополнение pr и расходование запасов d происходит с постоянной интенсивностью во времени, и для управления запасами можно использовать аналог модели с фиксированным размером заказа – *модель с фиксированной производственной партией* (Q,s) [31, с. 311-314], [46, с. 251-252], [50, с. 418-420] (смотри рисунок 2.2).

Запас незавершенного производства (готовой продукции) в момент времени t определяется по следующей формуле:

$$IS_t^{WIP(FG)}(Q^{WIP(FG)}, s^{WIP(FG)}) = IS_{t-1}^{WIP(FG)}(Q^{WIP(FG)}, s^{WIP(FG)}) + c_t^{WIP(FG)} \cdot (pr_t^{WIP(FG)}(Q^{WIP(FG)}, s^{WIP(FG)}) - d_t^{WIP(FG)}) \quad (7.3)$$

где $IS_t^{WIP(FG)}$ – запас незавершенного производства (готовой продукции) в момент времени t ;

$c_t^{WIP(FG)}$ – стоимость единицы незавершенного производства (готовой продукции) в момент времени t ;

$Q_t^{WIP(FG)}$ – размер заказа незавершенного производства (готовой продукции) в момент времени t ;

$pr_t^{WIP(FG)}$ – пополнение запаса незавершенного производства (готовой продукции) в момент времени t ;

$d_t^{WIP(FG)}$ – спрос на незавершенное производство (готовую продукцию) в момент времени t ;

$pr^{WIP(FG)}$ – пополнение запаса незавершенного производства (готовой продукции);

$\tau^{WIP(FG)}$ – время начала пополнения запаса незавершенного производства (готовой продукции);

$Q^{WIP(FG)}$ – размер производственного заказа (параметр управления);

$s^{WIP(FG)}$ – точка производственного заказа (параметр управления).

$$pr_t^{WIP(FG)}(Q^{WIP(FG)}, s^{WIP(FG)}) = \begin{cases} pr^{WIP(FG)} & \text{если } \tau_t^{WIP(FG)}(s^{RM}) \leq t \leq \tau_t^{WIP(FG)}(s^{RM}) + t_Q^{WIP(FG)} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.4)$$

где LT – время подготовительных операций;

$t_Q^{WIP(FG)} = \frac{Q^{WIP(FG)}}{pr^{WIP(FG)}}$ – продолжительность процесса производства партии готовой продукции размером $Q^{WIP(FG)}$.

$$\tau_t^{WIP(FG)}(s^{RM}) = \begin{cases} t - LT & \text{если } IS_{t-LT-1}^{WIP(FG)} - d_t^{WIP(FG)} \leq s^{WIP(FG)} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.5)$$

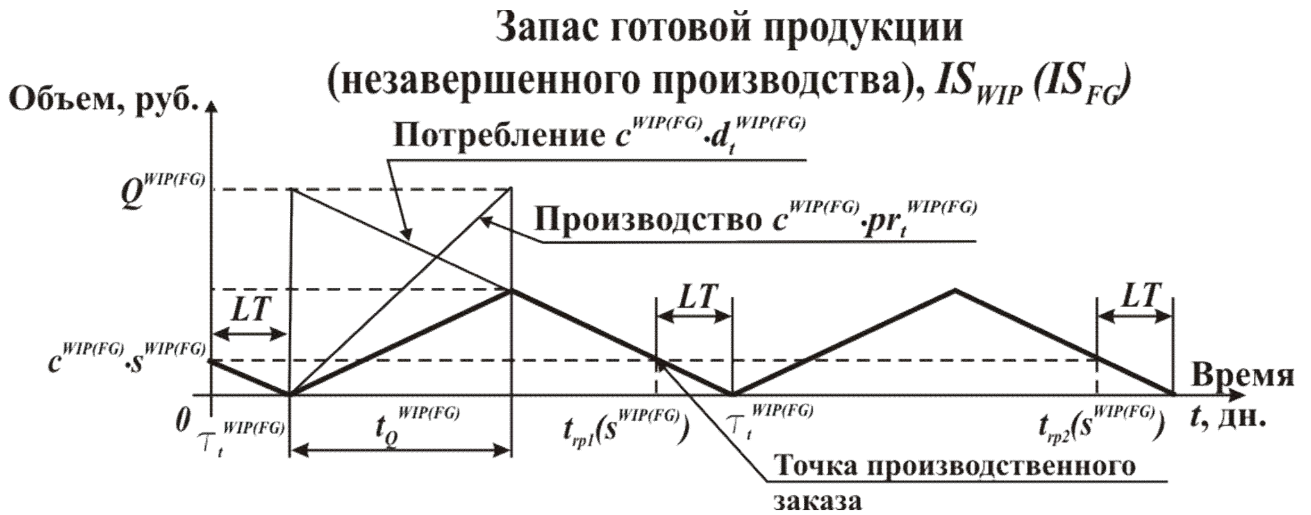


Рисунок 7.2 – Изменение запаса незавершенного производства (готовой продукции) во времени

При сбыте готовой продукции партиями образуются дополнительные запасы готовой продукции (смотри рисунок 7.3) к запасу готовой продукции при постоянной интенсивности сбыта (смотри рисунок 7.2), поэтому, чтобы получить совокупный запас готовой продукции, необходимо сложить графики изменения запасов готовой продукции во времени на рисунках 7.2 и 7.3.

Отметим, что изменение запаса готовой продукции во времени, изображенное на рисунке 7.2, прежде всего связано с объемом производственного заказа $Q^{WIP(FG)}$, а значит, связано с производством продукции. Изменение сбытового запаса готовой продукции во времени, изображенное на рисунке 7.3, прежде всего связано с объемом партии сбыта Q_i^C , а значит, связано со сбытом продукции. Таким образом, изменение совокупного запаса готовой продукции во времени связано как с производством, так и со сбытом продукции.

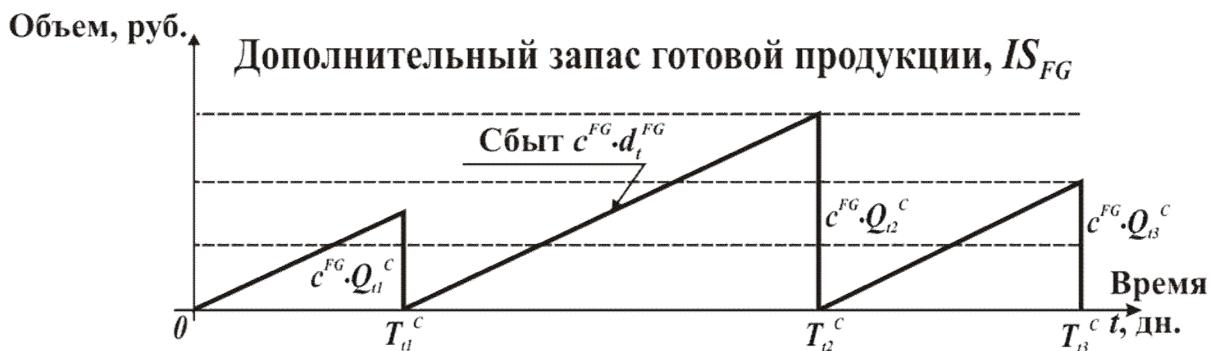


Рисунок 7.3 – Изменение сбытового запаса готовой продукции во времени

$$IS_t^{FG} = IS_{t-1}^{FG} + c_t^{FG} \cdot (d_t^{FG} - Q_t^{C+}), \quad (7.6)$$

где d_t^{FG} – поступление готовой продукции в момент времени t ;
 Q_t^{C+} – отгрузка готовой продукции заказчиком в момент времени t ;

$$d_t^{FG} = Q_{ii}^C / (T_i^C - T_{i-1}^C), \quad (7.7)$$

где T_i^C – момент времени i -ой отгрузки продукции заказчиком;

$$Q_i^{C+} = \begin{cases} Q_{ii}^C & \text{если } IS_i^{FG} \geq Q_{ii}^C, \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (7.8)$$

где Q_{ii}^C – требуемый объем i -ой отгрузки продукции заказчиком в момент времени t ;

Совокупный материальный запас IS представляет собой сумму величин элементарных запасов:

$$IS_t = \sum IS_t^{RM} (Q^{RM}, s^{RM}) + \sum IS_t^{WIP} (Q^{WIP}, s^{WIP}) + \sum IS_t^{FG} (Q^{FG}, s^{FG}) \quad (7.9)$$

7.1.2. Изменение расчетов во времени

Расчеты с заказчиками

$$AC_t (T^{AC}) = AC_{t-1} (T^{AC}) + p_t \cdot (Q_t^{C+} - Q_t^{C-} (T^{AC})), \quad (7.10)$$

где AC_t – расчеты с заказчиками в момент времени t по одному виду продукции;

p_t – цена реализации готовой продукции в момент времени t ;

T^{AC} – средний период расчетов с заказчиками – интервал времени между отгрузкой готовой продукции и ее оплатой; если $T^{AC} > 0$, то заказчики оплачивают готовую продукцию после отгрузки (получают кредит) и возникает дебиторская задолженность ($AC > 0$); если $T^{AC} < 0$, то заказчики оплачивают готовую продукцию до отгрузки (выдают аванс) и возникает кредиторская задолженность ($AC < 0$); если $T^{AC} = 0$, то заказчики оплачивают готовую продукцию по факту отгрузки при этом отсутствует дебиторская и кредиторская задолженности ($AC = 0$) (смотри рисунок 7.4).

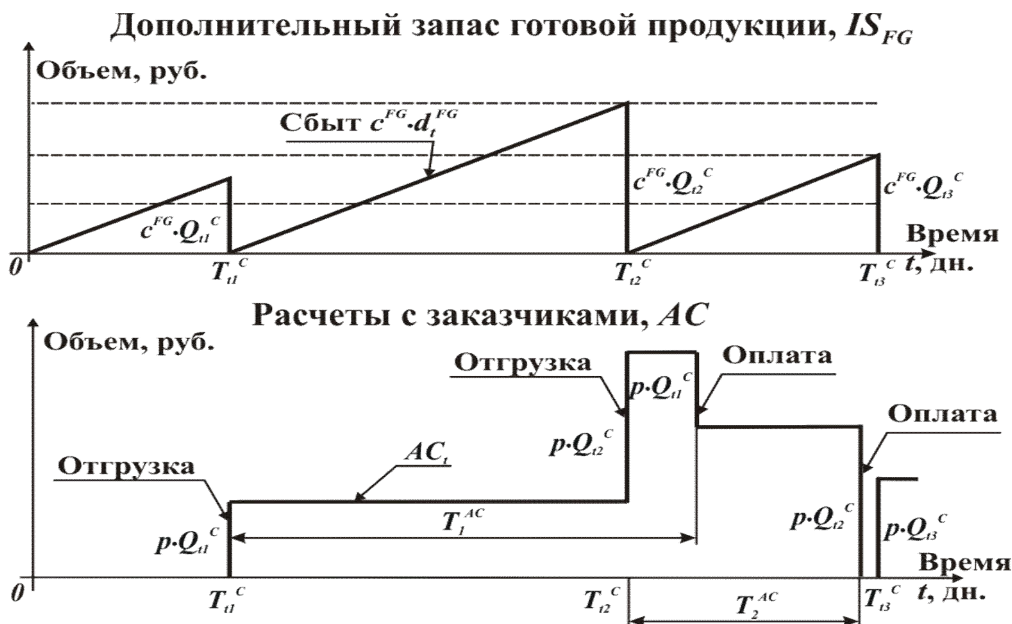


Рисунок 7.4 – Изменение расчетов с заказчиками во времени

Q_t^{C-} – оплата готовой продукции заказчиками в момент времени t .

$$Q_t^{C-}(T^{AC}) = \begin{cases} -Q_{(t-T^{AC})l}^C & \text{если } IS_{(t-T^{AC})l}^{FG} \geq Q_{(t-T^{AC})l}^C \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.11)$$

Расчеты с поставщиками

$$AS_t(T^{AS}) = AS_{t-1}(T^{AS}) + c_t^{RM} \cdot (Q_t^+(T^{AS}) - Q_t^-), \quad (7.12)$$

где AS_t – расчеты с поставщиками в момент времени t по одному виду материальных ресурсов;

T^{AS} – период расчетов с поставщиками – интервал времени между оплатой материальных ресурсов и их отгрузкой; если $T^{AS} < 0$, то поставщики отгружают материальные ресурсы до их оплаты (выдают кредит) и возникает кредиторская задолженность ($AS < 0$); если $T^{AS} > 0$, то поставщики отгружают материальные ресурсы после их оплаты (получают аванс) и возникает дебиторская задолженность ($AS > 0$); если $T^{AS} = 0$, то поставщики отгружают материальные ресурсы по факту их оплаты при этом отсутствует дебиторская и кредиторская задолженности ($AS = 0$) (смотри рисунок 7.5);



Рисунок 7.5 – Изменение расчетов с поставщиками во времени

Q_t^{S-} – уменьшение расчетов при отгрузке материальных ресурсов поставщиками в момент времени t ;

Q_t^{S+} – увеличение расчетов при оплате материальных ресурсов в момент времени t .

$$Q_t^{S-} = Q_t^{RM} \quad (7.13)$$

$$Q_t^{S+}(T^{AS}) = -Q_{t-T^{AS}}^{RM} \quad (7.14)$$

Расчеты по налогам и сборам, расчеты по социальному страхованию и обеспечению, по оплате труда.

$$AX_t = AX_{t-1} - QX_t, \quad (7.15)$$

где AX_t – расчеты (при $X=W$ по оплате труда, при $X=SI$ по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ по налогам и сборам) в момент времени t ;

QX_t – изменение расчетов (при $X=W$ по оплате труда, при $X=SI$ по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ по налогам и сборам) в момент времени t ;

$$QX_t = \begin{cases} X + \frac{X}{\min(T^{AX}, T_o)} & \text{если } t = 30 \cdot n + dt_X \\ \frac{X}{\min(T^{AX}, T_o)} & \text{иначе} \end{cases}, \quad (7.16)$$

где $n=1; 2; \dots; N$;

dt_X – порядковый день месяца, в который производятся расчеты;

X – при $X=W$ расходы по оплате труда, при $X=SI$ отчисления по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ налоги и сборы за период T_o ;

T_o – календарный период, за который производятся расчеты (обычно 1 месяц);

T^{AX} – период расчетов (при $X=W$ по оплате труда, при $X=SI$ по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ по налогам и сборам).

Общая величина расчетов представляет собой сумму величин расчетов с заказчиками, расчетов с поставщиками, расчетов по налогам и сборам, расчетов по социальному страхованию и обеспечению, расчетов по оплате труда и других расчетов (расчеты с персоналом по прочим операциям, расчеты с учредителями, расчеты с разными дебиторами и кредиторами).

$$A_t(T^{AS}, T^{AC}) = \sum AC_t(T^{AC}) + \sum AS_t(T^{AS}) + AW_t + ASI_t + AT_t + OA_t, \quad (7.17)$$

где A_t – общая величина расчетов в момент времени t ;

OA_t – другие расчеты (расчеты с персоналом по прочим операциям, расчеты с учредителями, расчеты с разными дебиторами и кредиторами) в момент времени t ;

**Расчеты по налогам и сборам,
расчеты по социальному страхованию
и обеспечению, расчеты по оплате труда, AX**

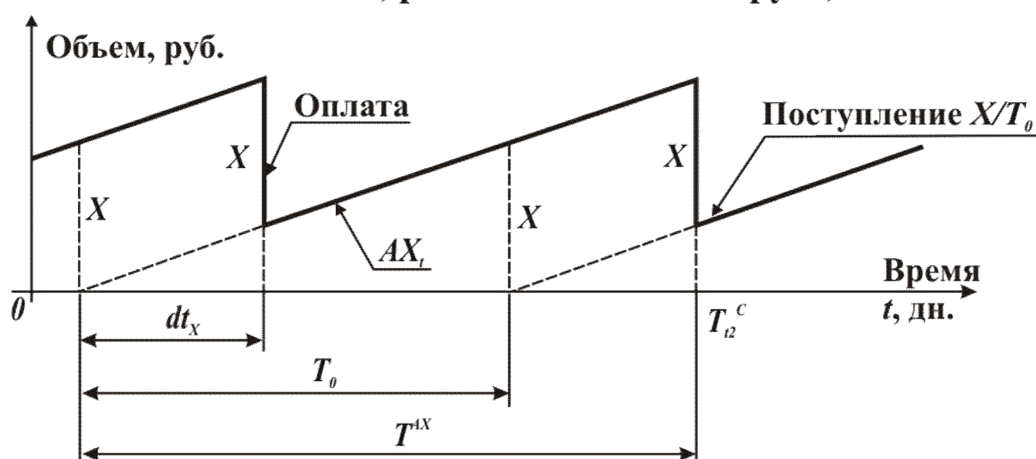


Рисунок 7.6 – Изменение расчетов по налогам и сборам, по социальному страхованию и обеспечению, по оплате труда во времени

7.1.3. Изменение дебиторской и кредиторской задолженности во времени

Величина дебиторской задолженности определяется при помощи следующего выражения

$$AR_t(T^{AS}, T^{AC}) = \sum AR_t^C(T^{AC}) + \sum AR_t^S(T^{AS}) + AR_t^W + AR_t^{SI} + AR_t^T + AR_t^O, \quad (7.18)$$

AR_t^C – дебиторская задолженность поставщиков в момент времени t ;

AR_t^S – дебиторская задолженность заказчиков в момент времени t ;

AR_t^X – дебиторская задолженность (при $X=W$ по оплате труда, при $X=SI$ по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ по налогам и сборам) в момент времени t .

$$AR_t^C(T^{AC}) = \begin{cases} AC_t(T^{AC}) & \text{если } AC_t(T^{AC}) > 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.19)$$

$$AR_t^S(T^{AS}) = \begin{cases} AS_t(T^{AS}) & \text{если } AS_t(T^{AS}) > 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.20)$$

$$AR_t^X = \begin{cases} AX_t & \text{если } AX_t > 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.21)$$

Величина кредиторской задолженности определяется при помощи следующего выражения

$$AP_t(T^{AS}, T^{AC}) = \sum AP_t^C(T^{AC}) + \sum AP_t^S(T^{AS}) + AP_t^W + AP_t^{SI} + AP_t^T + AP_t^O, \quad (7.22)$$

AP_t^C – кредиторская задолженность поставщиков в момент времени t ;

AP_t^S – кредиторская задолженность заказчиков в момент времени t ;

AP_t^X – кредиторская задолженность (при $X=W$ по оплате труда, при $X=SI$ по социальному страхованию и обеспечению, при $X=T$ по налогам и сборам) в момент времени t .

$$AP_t^C(T^{AC}) = \begin{cases} |AC_t(T^{AC})| & \text{если } AC_t(T^{AC}) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.23)$$

$$AP_t^S(T^{AS}) = \begin{cases} |AS_t(T^{AS})| & \text{если } AS_t(T^{AS}) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.24)$$

$$AP_t^X = \begin{cases} |AX_t| & \text{если } AX_t < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.25)$$

7.1.4. Изменение запаса денежных средств во времени

Авторами разработана также стратегия управления запасом денежных средств [1], [2], [7], [9]. Согласно этой стратегии, предприятие определенную часть собственных денежных средств переводит на депозитный счет в объеме Dp , чтобы защитить их от инфляции и получить дополнительную прибыль, а другая часть денежных средств остается на расчетном счету предприятия (смотри рисунок 7.7).

Предприятие получает за хранение денежного баланса определенный процент, равный проценту по депозиту до востребования. Однако хранящиеся на расчетном счету денежные средства предприятия подвергаются инфляции, темпы которой обычно выше, чем процентные ставки по депозитам до востребования, в результате чего предприятие несет убытки от хранения денежного баланса. Предприятие берет кредит только в том размере, который ему необходим для финансирования запасов и дебиторской задолженности и, как только на его расчетный счет поступают денежные средства, предприятие погашает кредит. При этом, в текущий момент времени предприятие может финансировать депозит за счет краткосрочного кредита, что, с одной стороны, невыгодно, потому что процентная ставка по краткосрочному кредиту больше процентной ставки по депозиту. Однако, с другой стороны, данная операция может оказаться выгодной, поскольку время хранения депозита превышает время использования краткосрочного кредита.

Вместо хранения депозита предприятие может выбрать любой другой способ альтернативного использования денежных средств, приносящий определенный доход. Поэтому параметр управления Dp можно рассматривать как размер альтернативных финансовых вложений.

Величина запаса денежных средств CS в момент времени t составит

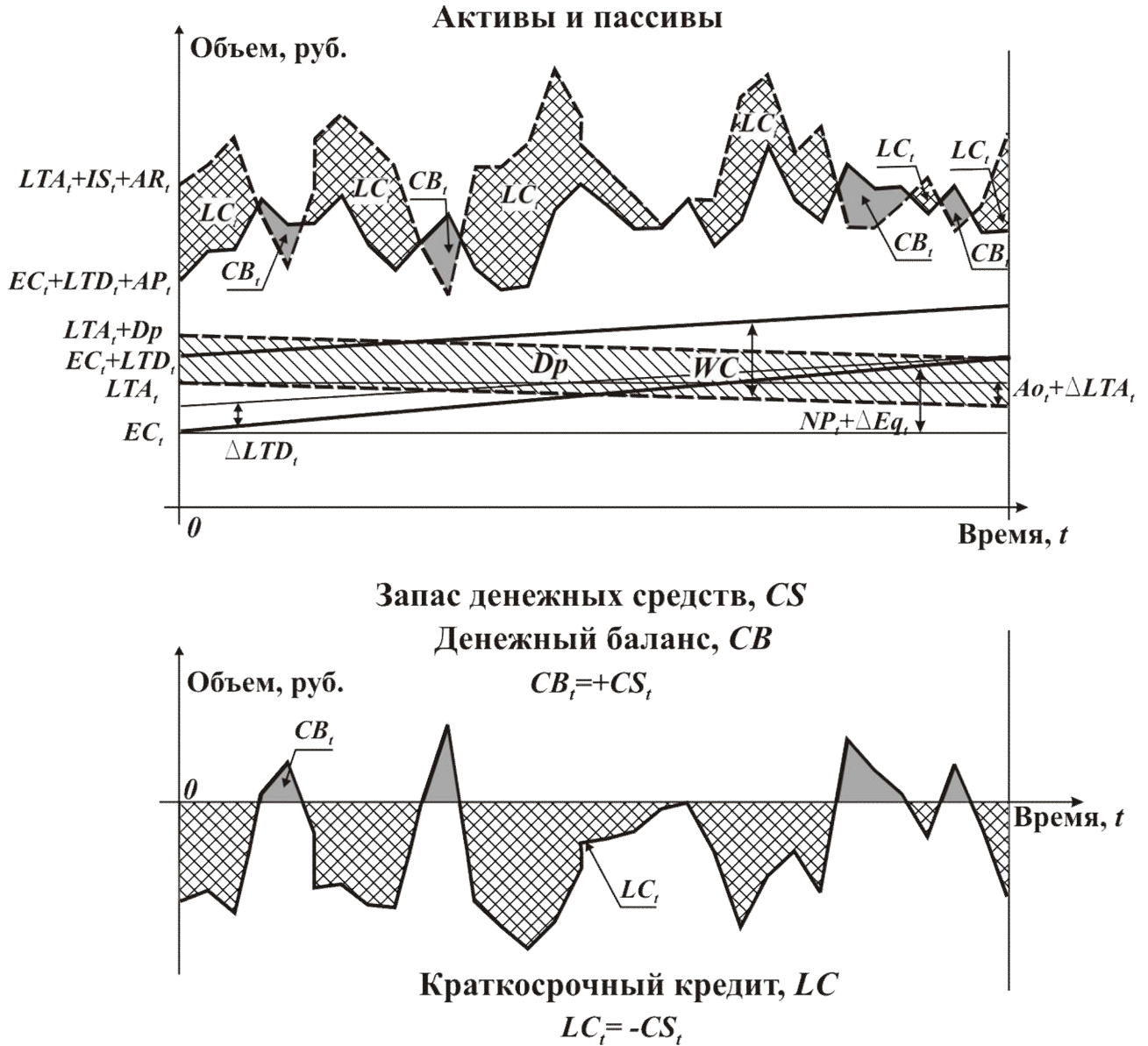
$$CS_t(Q, T^{AS}, T^{AC}, Dp) = WC_t - IS_t(Q, s) - Dp - A_t(T^{AS}, T^{AC}), \quad (7.26)$$

где WC_t – величина чистых оборотных активов в момент времени t ;

Dp – размер альтернативных финансовых вложений.

Изменение чистых оборотных активов происходит за счет чистой прибыли NP , дополнительных взносов акционеров, выплаты дивидендов, выкупа акций ΔEC , погашения или привлечения долгосрочных кредитов и займов ΔLTD , амортизации Ao и приобретения (продажи) внеоборотных активов ΔLTA .

$$WC_t = WC_{t-1} + NP_t + \Delta EC_t + \Delta LTD_t + Ao_t - \Delta LTA_t \quad (7.27)$$



LTA – внеоборотные активы; EC – собственный капитал; LTD – долгосрочные обязательства

Рисунок 7.7 – Изменение запаса денежных средств во времени

Изменение запаса денежных средств во времени зависит от следующих параметров управления: от размеров заказа, точек заказа (Q, s) (от изменения материальных запасов), от периода расчетов с поставщиками T^{AS} и заказчиками T^{AC} (от изменения расчетов), от величины альтернативных финансовых вложений Dp . Кроме этого, изменение запаса денежных средств во времени зависит и от величины чистых оборотных активов WC (от финансовой ситуации, сложившейся на начало периода), которая не является параметром управления.

7.2. Метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов и выбор целевых функций для управления оборотными активами в условиях динамического спроса

7.2.1. Финансовый результат от функционирования оборотных активов

Ожидаемый финансовый результат FR от функционирования оборотных активов за плановый период времени $T_{nl} = t_n \cdot T$ определяется как сумма финансовых результатов FR_t за элементарный период времени T

$$FR(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = \sum_{t=1}^{tn} FR_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp), \quad (7.28)$$

где T – продолжительность элементарного интервала планирования ($T=t-(t-1)$), дн.;

t_n – количество элементарных интервалов планирования за плановый период времени T_{nl} .

Ожидаемый финансовый результат FR от функционирования оборотных активов за период времени $(t-1, t)$ продолжительностью T определяется как разность доходов и издержек от функционирования оборотных активов [2], [92]

$$\begin{aligned} FR_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = & AI_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) - \\ & - AC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = (ID_t(Dp) + ICB_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)) - \\ & - (OC_t(Q, T^{AC}) + SC_t(Q, T^{AC}) + HC_t(Q, s) + DC_t(Q, s) + TC_t(Q, T^{AC}) + \\ & + FC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) + IAR_t(T^{AC}, T^{AS})), \end{aligned} \quad (7.29)$$

где Q – множество размеров заказов $Q = \{Q_{hj}\}$ (h – вид запасов, $h=1, 2, 3$, если j -тый запас относится к сырью и материалам, то $h=1$; если j -тый запас относится к незавершенному производству, то $h=2$; если j -тый запас относится к готовой продукции, то $h=3$; если j -тый запас относится к сбытовому запасу готовой продукции, то $h=4$; j – номер запаса для h -ого вида запаса, $j=1, 2, \dots, k_h$) (смотри рисунок 7.8);

s – множество точек заказа $s = \{s_{hj}\}$;

T^{AS} – множество периодов расчетов с поставщиками $T^{AS} = \{T_{hj}^{AS}\}$ (если $h=2$ или $h=3$, то $T_{hj}^{AS} = 0$, если $h=1$, то $T_{hj}^{AS} \geq 0$);

Dp – размер депозитных вкладов.

T^{AC} – множество периодов расчетов с заказчиками $T^{AC} = \{T_{hj}^{AC}\}$ (если $h=1$ или $h=2$, то $T_{hj}^{AC} = 0$, если $h=3$, то $T_{hj}^{AC} \geq 0$);

$AI_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)$ – доход от функционирования оборотных активов за период времени $(t-1, t)$;

$AC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)$ – издержки от функционирования оборотных активов за период времени $(t-1, t)$;

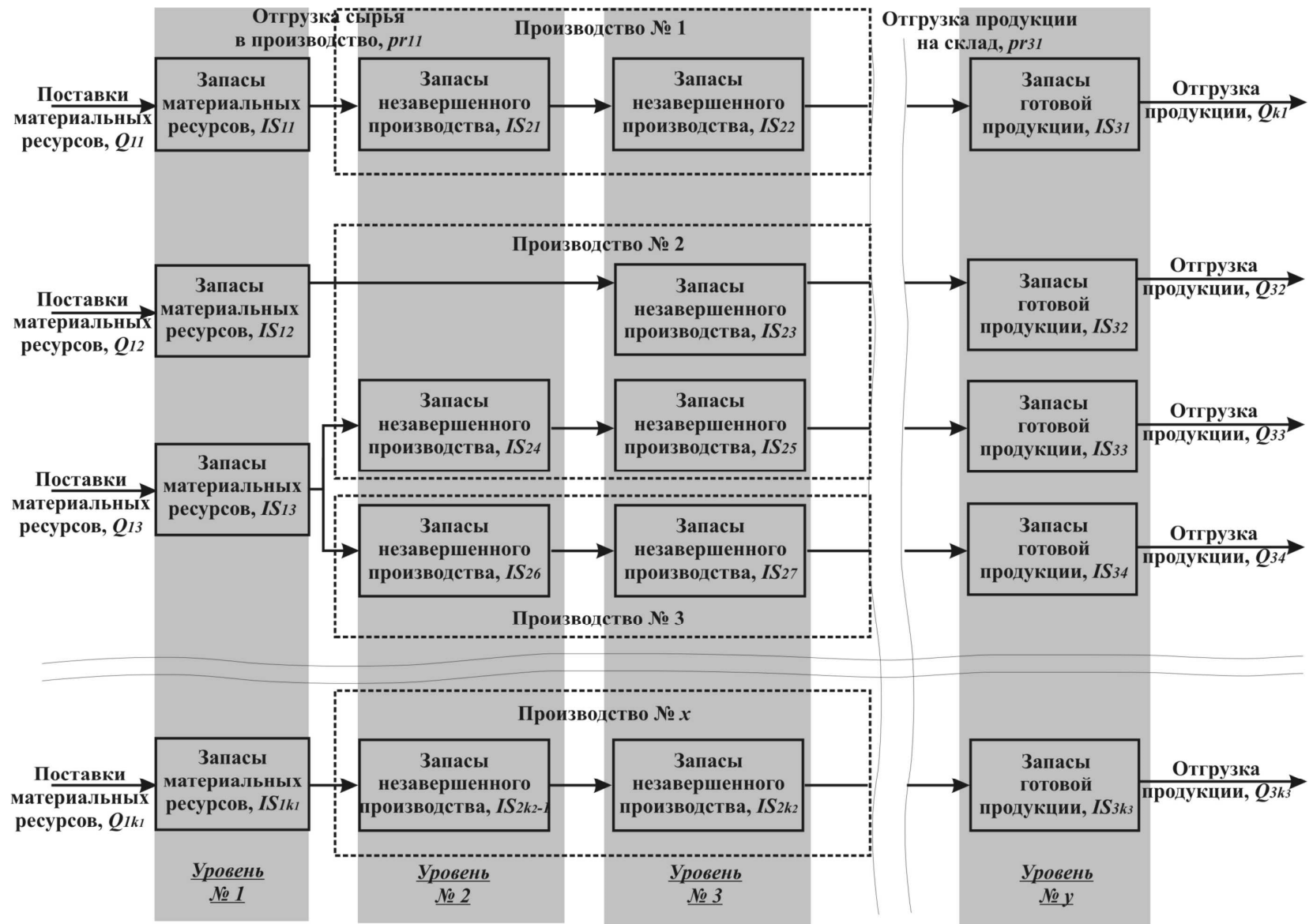


Рисунок 7.8 - Структура материального потока для многоуровневой многопродуктовой системы

$ID_t(Dp)$ – реальный доход по депозитным вкладам за период времени $(t-1, t)$;
 $ICB_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)$ – реальный доход при хранении денежного баланса (депозит до востребования) за период времени $(t-1, t)$;
 $OC_t(Q, T^{AC})$ – издержки заказов за период времени $(t-1, t)$;
 $SC_t(Q, T^{AC})$ – издержки наладок за период времени $(t-1, t)$;
 $HC_t(Q, s)$ – затраты на содержание (издержки хранения) запасов за период времени $(t-1, t)$;
 $DC_t(Q, s)$ – издержки дефицита (отсутствия запасов) за период времени $(t-1, t)$;
 $TC_t(Q, T^{AC})$ – транспортные издержки за период времени $(t-1, t)$;
 $FC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)$ – реальные финансовые издержки за пользование кредитом за период времени $(t-1, t)$;
 $IAR_t(T^{AC}, T^{AS})$ – потери от воздействия инфляции на дебиторскую задолженность за период времени $(t-1, t)$.

7.2.2. Доходы и издержки от функционирования денежных средств

Реальный доход по альтернативным вложениям определяется как произведение размера альтернативных вложений Dp и реальной процентной ставки по альтернативным вложениям R_T^{dp} за период времени T [2], [92].

$$ID_t(Dp) = Dp \cdot R_T^{dp} \quad (7.30)$$

Процентная ставка за период времени T определяется при помощи следующего выражения

$$R_T^{dp} = \frac{R^r \cdot T}{360}, \quad (7.31)$$

где R^r – годовая реальная процентная ставка.

Реальный доход от хранения денежного баланса определяется как произведение величины денежного баланса CB_t и реальной процентной ставки по депозиту до востребования R_T^{cb} за период времени T [2], [92].

$$ICB_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = CB_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \cdot R_T^{cb} \quad (7.32)$$

Величина денежного баланса определяется при помощи следующего выражения

$$\begin{aligned}
 CB_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) &= \\
 &= \begin{cases} CS_t(Q, T^{AS}, T^{AC}, Dp) & \text{если } CS_t(Q, T^{AS}, T^{AC}, Dp) > 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.33)
 \end{aligned}$$

Реальные финансовые издержки в единицу времени определяются как произведение величины краткосрочного кредита LC_t и реальной процентной ставки по кредиту R_T^{lc} за период времени T [2], [92].

$$FC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = LC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \cdot R_T^{lc} \quad (7.34)$$

Величина краткосрочного кредита определяется при помощи следующего выражения

$$LC_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = \begin{cases} CS_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) & \text{если } CS_t(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.35)$$

Инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности определяются как произведение величины дебиторской задолженности AR_t , и индекса инфляции I_T за период времени T [2], [92].

$$IAR_t(T^{AS}, T^{AC}) = AR_t(T^{AS}, T^{AC}) \cdot I_T \quad (7.36)$$

7.2.3. Издержки от функционирования материальных запасов

Издержки заказов в момент заказа равны K_{lj} , в противном случае равны 0 [2], [92].

$$OC_t(Q_{lj}, s_{lj}) = \sum_{j=1}^{k_l} K_{lj} \cdot \frac{Q_t^{lj}(Q_{lj}, s_{lj})}{Q_{lj}}, \quad (7.37)$$

где K_{lj} – издержки заказа, приходящиеся на один заказ;

Q_t^{lj} – размер заказа материального ресурса в момент времени t .

Издержки наладок в момент наладки равны G_{hj} , в противном случае равны 0 [2], [92].

$$SC_t(Q_{hj}, s_{hj}) = \sum_{j=1}^{k_l} G_{hj} \cdot \frac{\tau_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj})}{t - LT}, \quad (7.38)$$

где G_{hj} – издержки наладки, приходящиеся на одну наладку;

τ_t^{hj} – время начала пополнения запаса незавершенного производства (готовой продукции).

Издержки хранения материальных запасов.

$$HC_t(Q, s) = HC_t^{const}(Q, s) + HC_t^{var}(Q, s) \quad (7.39)$$

где $HC_t^{const}(Q, s)$ – постоянные издержки хранения запасов [2], [92];

$HC_t^{var}(Q, s)$ – переменные издержки хранения запасов [2], [92].

Величина постоянных издержек хранения запасов рассчитывается с использованием величины постоянных издержек на хранение единицы запаса g_{const} . Для расчета величины постоянных издержек хранения единицы запаса постоянные затраты для всего склада за этот период $HC_{const}^{скл}$ относят к общему объему складской емкости $Q_{скл}$

$$g_{const} = \frac{HC_{const}^{скл}}{Q_{скл}} \quad (7.40)$$

Постоянные издержки на хранение запасов определяются как

$$HC_t^{const}(Q, s) = g_{const} \cdot IS_{max}(Q, s), \quad (7.41)$$

где $IS_{max}(Q, s)$ – максимальная величина суммарного запаса на складе.

$$IS_{max}(Q, s) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} (Q_{hj} + s_{hj}) \quad (7.42)$$

В случае же когда у предприятия нет возможности использования высвободившихся складских площадей, постоянные затраты хранения будут равны постоянным затратам для всего склада (собственного или арендуемого)

$$HC_{const} = HC_{const}^{скл} \quad (7.43)$$

В данном случае постоянные издержки хранения нет необходимости учитывать в выражении (1.2), так как они не зависят от размера заказов Q .

Переменные затраты на обслуживание запаса определяются при помощи следующего выражения

$$HC_t^{var}(Q, s) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} g_{hj}^{var} \cdot IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}), \quad (7.44)$$

где $IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$ – величина j -того запаса на складе в момент времени t .

Ожидаемые издержки дефицита материальных запасов в единицу времени определяются как сумма произведений ставки штрафных издержек R_T^l и величины дефицита запасов $DS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$ [2], [92].

$$DC_t(Q, s) = \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^{k_h} DS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) \cdot R_T^l \quad (7.45)$$

Величина дефицита j -го запаса определяется при помощи следующего выражения

$$DS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) = \begin{cases} -IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) & \text{если } IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (7.46)$$

7.2.4. Целевые функции для управления оборотными активами

Предприятие прежде всего стремится максимизировать свою прибыль [1], [7], [9], [92].

$$\begin{aligned} EBT(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = \\ = \left(Pr(T^{AC}) \cdot \frac{i}{I} + FR(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \right) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (7.47)$$

при следующих ограничениях

$$Q_{hj} > 0; \quad s_{hj} \geq 0; \quad Dp \geq 0 \quad (7.48)$$

где $EBT(\cdot)$ – прибыль до выплаты налогов за плановый период времени T_{pl} ;

$FR(\cdot)$ – финансовый результат от функционирования оборотных активов за плановый период времени T_{pl} ;

$Pr(\cdot)$ – балансовая прибыль без учета финансового результата от функционирования оборотных активов за плановый период времени T_{pl} . Величина прибыли без учета финансового результата от функционирования оборотных активов Pr может быть определена на основании моделирования существующей ситуации на предприятии.

Наряду с классической целевой функцией EBT для управления материальными оборотными активами авторами предлагается использовать рентабельность активов ROA [1], [7], [9], [92].

$$ROA(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = \frac{EBT(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)}{TA(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)} \rightarrow \max, \quad (7.49)$$

где $TA(\cdot)$ – общие активы.

Для минимизации вероятности банкротства авторами предлагается воспользоваться одним из показателей вероятности банкротства (“Z-score”) [1], [7], [9], [92].

$$Z(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \quad (7.50)$$

Авторами были предложены две новые целевые функции (1.11) и (1.12), которые соединяют в себе две цели управления оборотными активами: максимизацию прибыли и обеспечение платежеспособности предприятия [1], [7], [9], [92].

$$\begin{aligned} EBT(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max, \\ k_{CR}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = CR, \end{aligned} \quad (7.51)$$

где k_{CR} – коэффициент текущей ликвидности;

CR – нормативное значение коэффициента текущей ликвидности.

$$\begin{aligned} EBT(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max, \\ Rs(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \leq (1 - \gamma), \end{aligned} \quad (7.52)$$

где $Rs(\cdot)$ – риск невыплаты кредита;

γ – степень надежности выплаты краткосрочного кредита (0,95; 0,99; 0,999).

$$Rs(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = (1 - P(CS \geq 0))^t \quad (7.53)$$

$$P(CS \geq 0) = \int_0^{\infty} f_{CS}(CS) dCS, \quad (7.54)$$

где $P(CS > 0)$ – вероятность наличия положительного запаса денежных средств в текущий момент времени;

t – длительность периода кредитования (30, 60, 90 дн.).

Применение целевых функций (7.49), (7.50), (7.51), (7.52) для управления оборотными активами целесообразно при определенных условиях для каждой из них, в зависимости от финансовой ситуации, определяемой величиной коэффициента текущей ликвидности k_{CR} . Поэтому с учетом вышесказанного авторами была разработана комплексная целевая функция (15) [1], [7], [9], [92], позволяющая изменять цели управления материальными оборотными активами в зависимости от изменения финансовой ситуации (ликвидности) и которая комбинирует целевые функции (7.49), (7.50), (7.51), (7.52).

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{EBT}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \\ Rs(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \leq (1 - \gamma) \\ \overline{ROA}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \\ \bar{Z}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \end{array} \right\} \text{ если } k_{CR}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) < 1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{ROA}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \\ \bar{Z}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \end{array} \right\} \text{ если } 1 \leq k_{CR}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \leq CR \quad (7.55)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{EBT}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) \rightarrow \max \\ k_{CR}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) = CR \end{array} \right\} \text{ если } k_{CR}(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp) > CR$$

Для управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается воспользоваться несколькими целевыми функциями (7.49), (7.50), (7.51), (7.52), определив оптимальные параметры по каждой из них и затем, проведя их анализ, сделать окончательный выбор.

7.3. Алгоритм управления оборотными активами и источниками их покрытия в условиях динамического спроса

Расчет составляющих оборотных активов и текущих пассивов начинается с расчета сбытовых запасов готовой продукции (таблица 7.1).

Сбытовые запасы готовой продукции.

Сначала на основе спроса покупателей и заказчиков определяются размеры партий Q_i^C и моменты времени отгрузок T_i^C . Затем определяется величина поступления готовой продукции d_i^{3j} на основании (7.7). На основании чего определяется ве-

личина сбытового запаса готовой продукции IS_t^{4j} (7.6). Переменные издержки хранения HC_t^{4lvar} (7.46) определяются на основании величины сбытового запаса готовой продукции IS_t^{4j} .

Запасы готовой продукции.

На основе спроса на готовую продукцию d_t^{3j} определяется величина запаса готовой продукции IS_t^{3j} (7.3) и в случае, если она менее точки производственного заказа s_t^{3j} , через время LT возобновляется процесс производства партии готовой продукции Q^{3j} (является параметром управления) продолжительностью t_Q^{3j} (7.4) с интенсивностью производства pr^{3j} . Через время LT готовая продукция поступает на склад. При возобновлении производственного процесса предприятие несет издержки наладки величиной G^{3j} . Переменные издержки хранения HC_t^{3lvar} (7.46) определяются на основании величины запаса готовой продукции IS_t^{3j} .

Совокупный запас готовой продукции определяется как сумма элементарных запасов готовой продукции $IS_t^{3+4}(Q_{3+4}, s_{3+4}) = \sum_{h=3}^4 \sum_{j=1}^{k_h} IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj})$.

Запасы незавершенного производства.

На основе спроса на незавершенное производство d_t^{2j} (определяется на основании интенсивности производства на последующей стадии, где используется данный вид незавершенного производства) определяется величина запаса незавершенного производства IS_t^{2j} (7.3) и в случае, если она менее точки производственного заказа s_t^{2j} , через время LT возобновляется процесс производства партии незавершенного производства Q^{2j} (является параметром управления) продолжительностью t_Q^{2j} (7.4) с интенсивностью производства pr^{2j} . Через время LT незавершенное производство поступает на склад. При возобновлении производственного процесса предприятие несет издержки наладки величиной G^{2j} . Переменные издержки хранения HC_t^{2lvar} (7.46) определяются на основании величины запаса незавершенного производства IS_t^{2j} .

Совокупный запас незавершенного производства определяется как сумма элементарных запасов незавершенного производства $IS_t^2(Q_2, s_2) = \sum_{j=1}^{k_2} IS_t^{2j}(Q_{2j}, s_{2j})$.

Запасы материальных ресурсов.

На основе спроса на материальные ресурсы d_t^{1j} (определяется на основании интенсивности производства на последующей стадии, где используется данный вид материальных ресурсов) определяется величина запаса материальных ресурсов IS_t^{1j} (7.1) и в случае, если она менее точки производственного заказа s_t^{1j} , подается заказ на партию материальных ресурсов величиной Q^{1j} (является параметром управления) [192]. Через время L партия материальных ресурсов поступает на склад. При заказе партии материальных ресурсов предприятие несет издержки наладки величиной K^{1j} . Переменные издержки хранения HC_t^{1lvar} (7.46) определяются на основании величины запаса материальных ресурсов IS_t^{1j} .

Совокупный запас материальных ресурсов определяется как сумма элементарных запасов материальных ресурсов $IS_t^1(Q_1, s_1) = \sum_{j=1}^{k_1} IS_t^{1j}(Q_{1j}, s_{1j})$.

Совокупный материальный запас определяется как сумма элементарных запасов готовой продукции, незавершенного производства, материальных ресурсов

$$IS_t(Q, s) = \sum_{h=1}^4 \sum_{j=1}^{k_h} IS_t^{hj}(Q_{hj}, s_{hj}).$$

Постоянные издержки хранения HC_t^{var} (7.41)

определяются на основании величины совокупного материального запаса IS_t .

Расчеты с поставщиками.

Поставка материальных ресурсов Q^{II} происходит через L дней после их заказа. Оплата материальных ресурсов Q^{II} происходит через T_{lj}^{AS} дней (является параметром управления) после их поставки. На основании поставок и оплаты материальных ресурсов определяется величина расчетов с поставщиками AS_t^{II} (7.12). На основании расчетов с поставщиками определяются величины дебиторской AR_t^{SII} (7.20) и кредиторской задолженностей AP_t^{SII} (7.24). Инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности IAR_t^{SII} (3.9) определяются на основании величины дебиторской задолженности AR_t^{SII} .

Оплата электроэнергии происходит через T^{AE} дней после их поставки за период T_o . Поставка электроэнергии происходит ежедневно с интенсивностью E/T_o . На основании поставок и оплаты электроэнергии определяется величина расчетов с поставщиками AE_t (7.15). На основании расчетов с поставщиками определяются величины дебиторской AR_t^E (7.21) и кредиторской задолженностей AP_t^E (7.25). Инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности IAR_t^E (3.9) определяются на основании величины дебиторской задолженности AR_t^E .

Расчеты с заказчиками.

Отгрузка готовой продукции Q_{ii}^{C4j} происходит согласно графику отгрузок. Оплата готовой продукции Q_{ii}^{C4j} заказчиками происходит через T_{3j}^{AC} дней (является параметром управления) после ее отгрузки. На основании отгрузок Q_{ii}^{C4j} и оплаты готовой продукции определяется величина расчетов с заказчиками AC_t^{II} (7.10). На основании расчетов с заказчиками определяются величины дебиторской AR_t^{CII} (7.19) и кредиторской задолженностей AP_t^{CII} (7.23). Инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности IAR_t^{CII} (7.36) определяются на основании величины дебиторской задолженности AR_t^{CII} .

Расчеты по налогам и сборам, расчеты по социальному страхованию и обеспечению, по оплате труда.

Оплата происходит через T^{AX} дней после поступления за период T_o . Поступление происходит ежедневно с интенсивностью X/T_o . На основании поступления и оплаты определяется величина расчетов AX_t (7.15). На основании расчетов определяются величины дебиторской AR_t^X (7.21) и кредиторской задолженностей AP_t^X (7.25). Инфляционные потери от наличия дебиторской задолженности IAR_t^X (7.36) определяются на основании величины дебиторской задолженности AR_t^X .

Финансовые вложения.

Размер финансовых вложений Dp является параметром управления (искомой величиной). Доход по финансовым вложениям ID_t (7.30) определяется на основании размера финансовых вложений Dp .

Запас денежных средств.

Величина чистых оборотных активов WC_t определяется при помощи выражения (7.27). Запас денежных средств CS_t определяется при помощи выражения (7.26). На основании запаса денежных средств CS_t определяются величины денежного баланса CB_t (7.33) и краткосрочных кредитов LC_t (7.34). Доход от хранения денежного баланса ICB_t (7.32) определяется на основании величины денежного баланса CB_t . Финансовые издержки FC_t (7.35) определяется на основании величины краткосрочных кредитов LC_t .

Финансовый результат от функционирования оборотных активов.

Финансовый результат от функционирования оборотных активов FR_t определяется при помощи выражения (7.29).

На основании финансового результата от функционирования оборотных активов FR_t определяются критерии оптимизации (см. подраздел 3.4) и проводится оптимизация. В результате чего получают оптимальные параметры управления $(Q, s, T^{AC}, T^{AS}, Dp)$.

Таблица 7.1 – Алгоритмы расчета составляющих оборотных активов и текущих пассивов, доходов и затрат от функционирования оборотных активов

Наименование активов и пассивов, доходов и затрат	Период, t													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Материальные запасы														
Совокупный запас	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t	IS_t
Постоянные издержки хранения	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}
Запасы материальных ресурсов														
Совокупный запас	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1	IS_t^1
Запас материального ресурса №1														
Запас	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}	IS_t^{11}
Потребление	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}	d_t^{11}
Поставка	Q^{11}					Q^{11}							Q^{11}	
Издержки заказа	K^{11}					K^{11}							K^{11}	
Переменные издержки хранения	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}	HC_t^{11var}
Запас материального ресурса №2														
...
Запасы незавершенного производства														
Совокупный запас	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2	IS_t^2
Запас незавершенного производства №1														
Запас	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}	IS_t^{21}
Потребление	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}	d_t^{21}
Производство		pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}			pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}	pr^{21}
Издержки наладки		G^{21}							G^{21}					
Переменные издержки хранения	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}	HC_t^{21var}

Продолжение таблицы 7.1

Запас незавершенного производства №2														
...
Запасы готовой продукции														
Совокупный запас	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}	IS_t^{3+4}
Запас готовой продукции №1														
Запас	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}	IS_t^{31}
Потребление	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}
Производство				pr^{31}	pr^{31}	pr^{31}	pr^{31}	pr^{31}	pr^{31}	pr^{31}			pr^{31}	pr^{31}
Издержки наладки				G^{31}									G^{31}	
Переменные издержки хранения	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}	HC_t^{31var}
Сбытовой запас готовой продукции №1														
Запас	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}	IS_t^{41}
Отгрузка		Q_{t1}^{C41}					Q_{t2}^{C41}				Q_{t3}^{C41}			
Поступление	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}	d_t^{31}
Переменные издержки хранения	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}	HC_t^{41var}
Запас готовой продукции №2														
...
Расчеты														
Совокупные расчеты	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t	A_t
Расчеты с поставщиками														
Совокупные расчеты	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t	AS_t
Расчеты с поставщиками №1														
Расчеты	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}	AS_t^{11}
Дебиторская задолженность	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}	AR_t^{S11}
Кредиторская задолженность	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}	AP_t^{S11}
Поставка	Q^{11}					Q^{11}							Q^{11}	

Продолжение таблицы 7.1

Оплата					Q^{11}					Q^{11}				
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^{S11}													
Расчеты с поставщиками №2														
...
Расчеты с поставщиками электроэнергии														
Расчеты	AE_t													
Дебиторская задол- женность	AR_t^E													
Кредиторская задол- женность	AP_t^E													
Поставка	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0	E/T_0
Оплата	E										E			
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E	IAR_t^E
Расчеты с поставщиками теплоэнергии														
...
Расчеты с заказчиками														
Совокупные расчеты	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t	AC_t
Расчеты с заказчиками №1														
Расчеты	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}	AC_t^{31}
Дебиторская задол- женность	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}	AR_t^{C31}
Кредиторская задол- женность	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}	AP_t^{C31}
Отгрузка		Q_{t1}^{C41}						Q_{t2}^{C41}				Q_{t3}^{C41}		
Оплата								Q_{t1}^{C41}					Q_{t2}^{C41}	
Потери от наличия ДЗ	IAR_{t31}^C	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}	IAR_t^{C31}
Расчеты с заказчиками №2														
...
Расчеты по оплате труда														
Расчеты	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t	AW_t
Дебиторская задол- женность	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W	AR_t^W

Продолжение таблицы 7.1

Кредиторская задол- женность	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W	AP_t^W
Поступление	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0	W/T_0
Оплата						W								
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W	IAR_t^W
Расчеты по социальному страхованию и обеспечению														
Расчеты	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t	ASI_t
Дебиторская задол- женность	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}	AR_t^{SI}
Кредиторская задол- женность	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}	AP_t^{SI}
Поступление	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0	SI/T_0
Оплата										SI				
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}	IAR_t^{SI}
Расчеты по налогам и сборам														
Расчеты	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t	AT_t
Дебиторская задол- женность	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T	AR_t^T
Кредиторская задол- женность	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T	AP_t^T
Поступление	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0	Tax/T_0
Оплата										Tax				
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T	IAR_t^T
Другие расчеты														
Расчеты	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t	OA_t
Дебиторская задол- женность	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O	AR_t^O
Кредиторская задол- женность	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O	AP_t^O
Потери от наличия ДЗ	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O	IAR_t^O
Финансовые вложения														
Размер финансовых вложений	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp	Dp

Продолжение таблицы 7.1

Доход по финансовым вложениям	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t
Чистые оборотные активы														
Величина чистых оборотных активов	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t	WC_t
Запас денежных средств														
Запас	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t	CS_t
Денежный баланс	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t	CB_t
Краткосрочные кредиты	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t	LC_t
Доход от хранения денежного баланса	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t
Финансовые издержки	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t
Финансовый результат от функционирования оборотных активов														
Финансовый результат от функционирования оборотных активов	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t	FR_t
Доход по финансовым вложениям	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t	ID_t
Доход от хранения денежного баланса	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t	ICB_t
Издержки заказа	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t	OC_t
Издержки наладки	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t	SC_t
Постоянные издержки хранения	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}	HC_t^{const}
Переменные издержки хранения	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}	HC_t^{var}
Финансовые издержки	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t	FC_t
Потери от наличия дебиторской задолженности	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t	IAR_t

ГЛАВА 8. МОДЕЛЬ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИХ ПОКРЫТИЯ

8.1 Назначение системы

Для максимально эффективного использования описанных в предыдущих главах методов оптимизации и управления необходимо реализовать программную систему, которая бы автоматизировала расчеты и получение результатов. Данная система должна функционировать на обычном персональном компьютере под управлением распространённых операционных систем (семейства Microsoft Windows или Linux), не требовать никакого дополнительного технического обеспечения, равно как и специфических знаний от оператора ЭВМ.

С учетом поставленных целей, разрабатываемая программная система должна удовлетворять следующим **функциональным требованиям**:

1) получение исходных данных для расчетов согласно методам и алгоритмам оптимизации из нескольких источников данных: данных из бизнес-плана предприятия, из стратегии расчетов и издержек предприятия, статистических данных о работе за предыдущие периоды, данных бухгалтерского баланса предприятия, информации о процентных ставках. Должна обеспечиваться возможность ручного ввода или автоматизированного получения для всех исходных данных;

2) определение вторичных статистических показателей (математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения) и функций распределения вероятностей для введенных исходных данных;

3) расчет оптимальных параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия (размеры заказов Q , точки заказов s , размер альтернативных вложений Dp , периоды расчетов с заказчиками T^{AR} , периоды расчетов с поставщиками T^{NFL}) и оптимальных величин различных показателей, полученных на основании оптимальных параметров, по нескольким критериям оптимизации, выбранным пользователем;

4) хранение результатов расчетов для последующего их вторичного использования, статистическая обработка выходных данных;

5) помощь пользователю в анализе выходных данных и формировании рекомендаций для дальнейшего планирования деятельности предприятия, в том числе – высокая степень визуализации расчетов и результатов.

8.2 Структура программного обеспечения

Исходя из функциональных требований, выдвигаемых перед разрабатываемой системой (см. выше), целесообразно разделить функции между несколькими программными модулями: это позволит повысить эффективность их разработки и поддержки.

Схема работы и укрупнённая схема алгоритма программной системы приведены на рисунках 8.1 и 8.2.

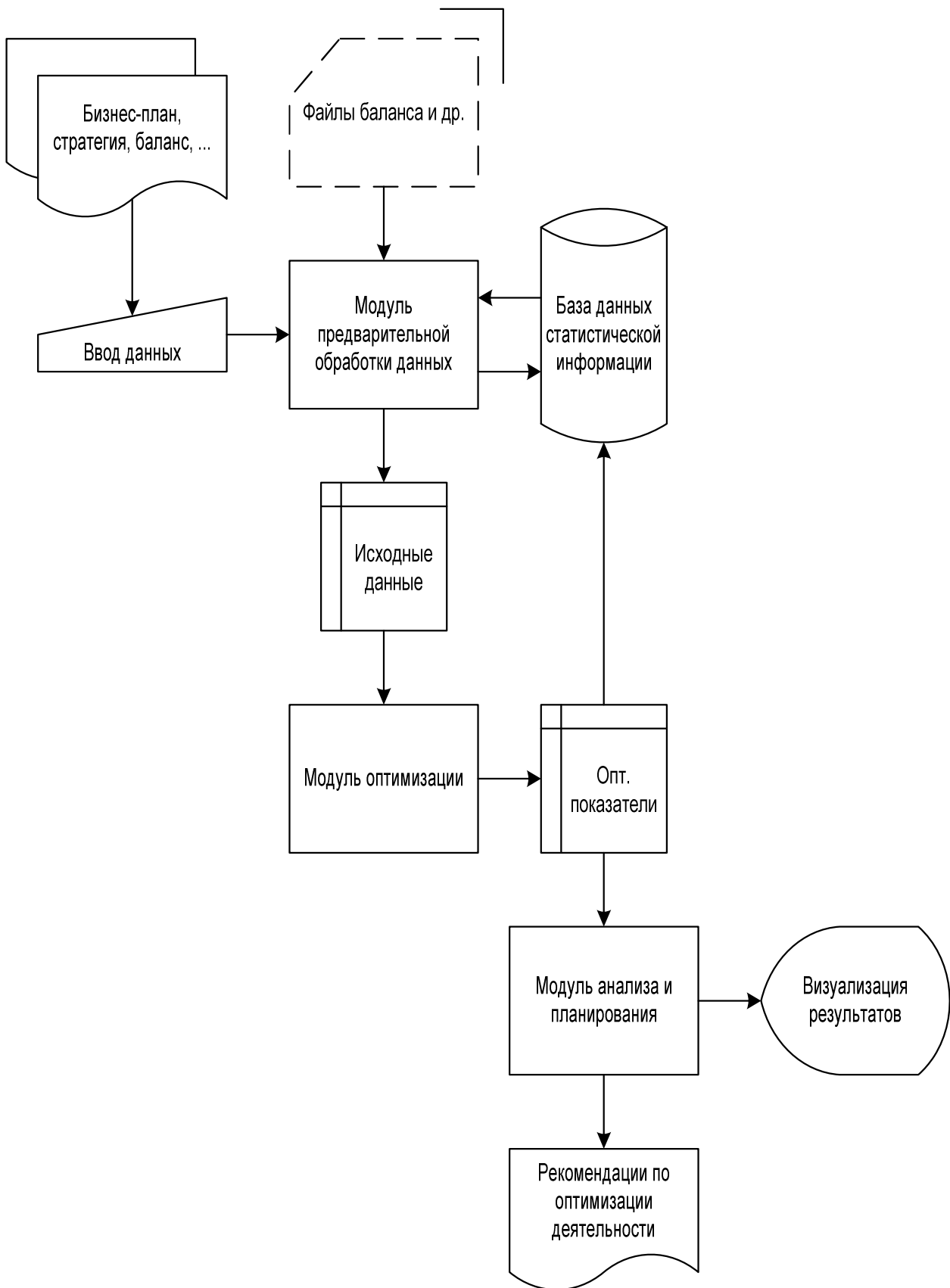


Рисунок 8.1 – Схема работы системы

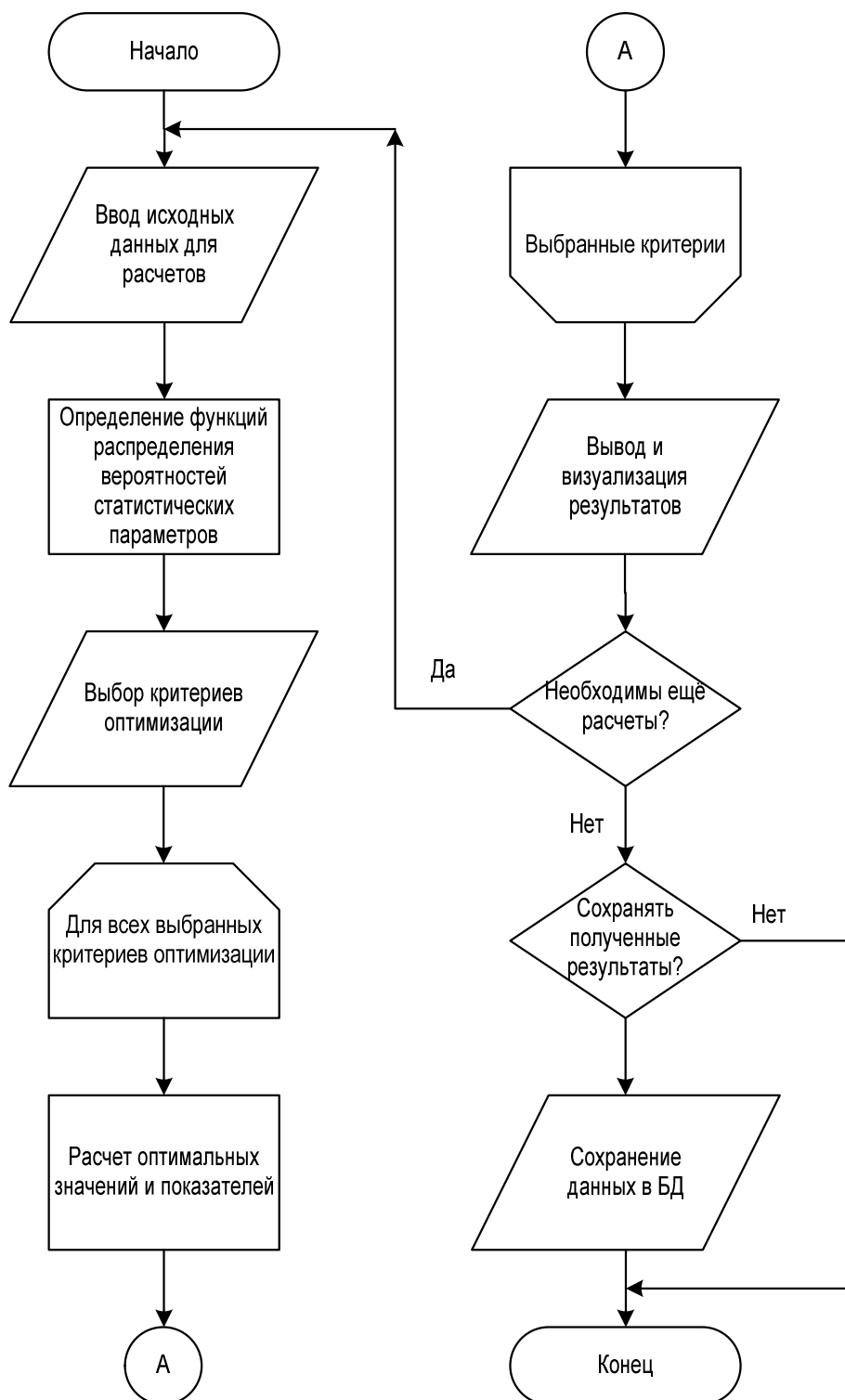


Рисунок 8.2 – Укрупненная схема алгоритма работы системы

В структуре проектируемой программной системы выделим три компонента: модуль предварительной обработки информации, модуль оптимизации и модуль анализа и планирования.

Задачи модуля предварительной обработки данных:

1) Получение исходных данных путем считывания из электронных или ручного ввода из бумажных документов – бизнес-плана, бухгалтерского баланса и др. (например, см. таблицу 7.1).

С учетом специфики бизнес-плана как документа полученные из него данные могут быть сохранены в базе данных и использованы в дальнейшем без дополнительного ручного ввода. При этом, в случае необходимости, система должна по запросу пользователя предоставлять возможность изменения любого из сохраненных в базе данных параметров и добавления новых. Данные из бухгалтерского баланса могут быть получены как автоматически – путем импорта необходимых параметров из бухгалтерских систем, так и путем ручного ввода. Данные о расчетах с поставщиками и заказчиками, отгрузках за предыдущий период, условиях поставки и расчетов вносятся в систему вручную, после чего сохраняются в базе данных и используются в дальнейшем. По запросу пользователя система должна предоставлять возможность редактирования любого параметра.

2) Накопление готовых исходных данных в статистической базе данных и получение статистической информации об итогах работы в предыдущие периоды.

Большое количество исходных данных получается на основании результатов работы в предыдущие периоды. Модуль предварительной обработки данных получает данные, накопленные в базе на основании результатов работы системы и деятельности предприятия в предыдущие периоды. При этом, если для сохранения результатов работы системы никаких дополнительных действий пользователя не требуется, равно как и получение этих данных проходит в автоматическом режиме, то для получения данных о деятельности предприятия в предыдущие периоды может понадобиться ручной ввод данных.

3) Вычисление функций распределения вероятностей.

На основании введенных исходных данных модуль предварительной обработки данных вычисляет для некоторых параметров распределения вероятностей, математическое ожидание, дисперсию.

4) Вычисление показателей, необходимых для процесса оптимизации, формирование исходных данных, готовых для применения в расчетах многокритериальной оптимизации.

В рамках данной задачи модулем предварительной обработки данных на основании исходных данных и функций распределения вероятностей вычисляется финансовый результат от функционирования оборотных активов (см. подраздел 3.4) как функция от параметров управления (размеров заказов Q , точек заказов s , размера альтернативных вложений Dp , периодов расчетов с поставщиками T^{NFL}). На основании финансового результата от функционирования оборотных активов рассчитываются критерии оптимальности $Kp(Q, s, T^{NFL}, Dp)$.

Задачи модуля оптимизации:

1) Выбор критериев оптимизации.

Пользователь имеет возможность выбрать один или несколько критериев оптимизации из приведенного перечня.

2) Вычисление оптимальных значений и показателей.

После оптимизации критерия Kp при заданных ограничениях в результате получаем оптимальные параметры управления $(Q, s, T^{NFL}, Dp)_{opt}$, а также опти-

мальную величину критерия Kp_0 . На основании оптимальных параметров управления рассчитываются плановые величины материальных оборотных активов, расчетов, дебиторской задолженности, запаса денежных средств и кредиторской задолженности, а также их плотности вероятностей.

3) Накопление результатов вычислений в базе данных.

Оптимальное значение критерия оптимальности и плановые величины материальных оборотных активов, дебиторской задолженности, запаса денежных средств и кредиторской задолженности, а также их плотности вероятностей сохраняются в базе данных для последующего сравнения их с фактическими показателями и выработки корректировок при планировании в следующем периоде.

Задачи модуля анализа и планирования:

1) Формирование рекомендаций по дальнейшей деятельности предприятия с учетом результатов оптимизации.

В качестве рекомендаций по управлению оборотными активами персонал предприятия получает плановые величины параметров управления размеров заказов Q , точек заказов s , размера альтернативных вложений Dp , периодов расчетов с поставщиками T^{NFL} , а также рассчитанные на основе параметров управления плановые величины материальных оборотных активов, дебиторской задолженности, запаса денежных средств и кредиторской задолженности.

2) Поддержка принятия решения ответственным персоналом по оптимизации и планированию.

На основании плановых величин параметров управления, полученных в качестве рекомендаций, ответственным персоналом, использующим программную систему, принимаются решения о планировании деятельности в следующем периоде.

3) Визуализация результатов.

Полученные результаты оптимизации для большей наглядности могут быть представлены в виде графиков плотностей распределения отдельных видов материальных запасов, расчетов, дебиторской задолженности, кредиторской задолженности, совокупных материальных запасов, расчетов, запаса денежных средств.

8.3 Реализация системы

8.3.1 Модуль предварительной обработки данных

Согласно требованиям к программной системе, а также схеме работы, система реализована в виде нескольких функциональных компонент, отвечающих за редактирование исходных данных, оптимизацию и анализ результатов расчетов.

Интерфейс программной системы представлен на рисунке 8.3. В левой части окна пользователю предоставлена возможность выбора требуемой части программы для работы – при нажатии на любую ссылку в основной части окна открывается соответствующая закладка либо производится соответствующее действие (расчет).

Исходные данные > Незавершенное производство

Исходные данные

- Основные данные
- Незавершенное производство
- Сырьё и материалы
- Готовая продукция
- Расходы
- Денежные средства

Оптимизация

- Расчет
- Параметры управления
- Критерии оптимальности

Анализ

- Визуализация
- Рекомендации

Основная продукция

Количество видов незавершенного производства: 1

Параметры вида незавершенного производства

Номер данного вида	Наименование
1	Нетканые материалы

Спрос на незавершенное производство (суточный): 10,1 *нат. ед./дн.*

Себестоимость ед. незаверш. пр-ва без НДС: 200 *тыс. руб./ед.*

Норма подгот. заключит. времени для операции: 0,5 *дн./нат. ед.*

Прочая продукция

Норма запаса: 20 *дн.*

Страховой запас: 5 *дн.*

Количество видов незавершенного производства: 2

Параметры вида незавершенного производства

Номер данного вида	Наименование
1	Плёнка п/э

Спрос на незавершенное производство (суточный): 0,056 *нат. ед.*

Себестоимость ед. незаверш. пр-ва без НДС: 4027 *тыс. руб./ед.*

Бизнес-план, табл. программа производства и реализации продукции

Рисунок 8.3 – Интерфейс программной системы

Модуль ввода и предварительной обработки данных позволяет пользователю вводить исходные данные, при этом в качестве подсказок к каждому полю показывается предположительный источник, из которого пользователь может получить значение данного параметра (например, бизнес-план, таблица такая-то). Учитывая, что разные пользователи могут получать данные из разных достаточно специфических источников, реализуется возможность самостоятельного изменения пользователем источника данных.

Введенные исходные данные (рисунок 8.4) могут быть сохранены в файле, который потом может быть использован для вторичной обработки этих же данных. Файл данных представляет собой набор строк в текстовом виде с указанием условного обозначения параметра и его значения. Благодаря применению данного подхода, введенные данные могут легко анализироваться или обрабатываться сторонними программными продуктами или непосредственно экспертом.

Optim - [D:\Exchange12 испр.opt]

Исходные данные > Незавершенное производство

Основная продукция

Количество видов незавершенного производства: 1

Параметры вида незавершенного производства

Номер данного вида	Наименование
1	Нетканые материалы

Спрос на незавершенное производство (суточный): 10,1 *нэт. ед./дн.*

Себестоимость ед. незаверш. пр-ва без НДС: 3056 *тыс. руб./ед.*

Норма штучного времени на выполнение операции: 0,04 *дн./нэт. ед.*

Норма подгот. заклочит. времени для операции: 0,5 *дн./нэт. ед.*

Прочая продукция

Норма запаса: 20 *дн.*

Страховой запас: 5 *дн.*

Количество видов незавершенного производства: 2

Параметры вида незавершенного производства

Номер данного вида	Наименование
1	Плёнка п/э

Спрос на незавершенное производство (суточный): 0,056 *нэт. ед.*

Себестоимость ед. незаверш. пр-ва без НДС: 4027 *тыс. руб./ед.*

Optim - [D:\Exchange12 испр.opt]

Исходные данные > Сырьё и материалы

Основные сырьё и материалы

Количество видов сырья и материалов: 3

Параметры вида сырья и материалов

Номер данного вида	Наименование
2	Полиэтилен №1

Стоимость единицы материальных ресурсов: 3024,6 *тыс. руб./ед.*

Спрос на материальные ресурсы (суточный): 1,09 *нэт. ед./дн.*

Время выполнения заказа поставщиком: 3 *дн.*

Отгрузки и расчёты с поставщиками...

Прочие сырьё и материалы

Норма запаса: 30 *дн.*

Страховой запас: 5 *дн.*

Количество видов сырья и материалов: 1

Параметры вида сырья и материалов

Номер данного вида	Наименование
1	Полипропилен вторичный

Стоимость единицы материальных ресурсов: 1815 *тыс. руб./ед.*

Спрос на материальные ресурсы (суточный): 0,033 *нэт. ед./дн.*

Отгрузки и расчёты с поставщиками...

Optim - [D:\Exchange12 испр.opt]

Исходные данные > Готовая продукция

Основная продукция

Количество видов готовой продукции: 4

Параметры вида готовой продукции

Номер данного вида	Наименование
1	Нетканые материалы

Спрос на готовую продукцию (суточный): 10,1 *нэт. ед./дн.*

Себестоимость ед. готовой продукции без НДС: 4379,2 *тыс. руб./ед.*

Цена реализации продукции с НДС: 6000 *тыс. руб./ед.*

Норма штучного времени на выполнение операции: 0,05 *дн./нэт. ед.*

Норма подгот. заклочит. времени для операции: 1 *дн./нэт. ед.*

Минимальный объём отгрузки: 36 *нэт. ед.*

Максимальный объём отгрузки: 160 *нэт. ед.*

Отгрузки и расчёты с заказчиками...

Прочая продукция

Норма запаса: 20 *дн.*

Страховой запас: 5 *дн.*

Количество видов готовой продукции: 3

Параметры вида готовой продукции

Номер данного вида	Наименование
1	Плёнка полиэтиленовая

Спрос на готовую продукцию (суточный): 0,056 *нэт. ед.*

Optim - [D:\Exchange12 испр.opt]

Исходные данные > Расходы

Электроэнергия

Общая стоимость электроэнергии на технол. нужды: 472904 *тыс. руб.*

Общая стоимость электроэнергии (заявл. мощность): 59969 *тыс. руб.*

Период расчетов по электроэнергии: 13 *дн.*

Теплоэнергия

Общая стоимость теплоэнергии: 39624 *тыс. руб.*

Период расчетов по теплоэнергии: -43 *дн.*

Газ

Общая стоимость газа: 33333 *тыс. руб.*

Период расчетов по газу: -33 *дн.*

Водоснабжение и канализация

Общая стоимость водоснабжения и канализации: 4444 *тыс. руб.*

Период расчетов по водоснабжению и канализации: -44 *дн.*

Оплата труда

Расходы на оплату труда: 463989 *тыс. руб.*

Период расчетов по оплате труда: -30 *дн.*

Налоги и отчисления

Отчисления от расходов на оплату труда: 162396 *тыс. руб.*

Период расчетов по отчислениям от оплаты труда: -30 *дн.*

Налоги из выручки: 66666 *тыс. руб.*

Налоги из себестоимости: 21000 *тыс. руб.*

Налог на недвижимость: 29994 *тыс. руб.*

Рисунок 8.4 – Ввод исходных данных

8.3.2 Модуль оптимизации

Выбор пункта «Расчет» в левой панели или в главном меню программы позволяет запустить работу алгоритма, описанного в разделе 3. Хранение исходных данных, их предварительно обработанных значений, промежуточных результатов вычислений, функциональных зависимостей в процессе вычислений реализовано в виде хэшированного списка строк вида «имя=значение», что позволяет унифицировать работу с исходными данными и результатами вычислений. В качестве имени используется обозначение параметра алгоритма, преобразованное в текстовый формат по определенным правилам. В качестве значений могут фигурировать вещественные числа либо строковые значения, среди которых отдельно выделяются записи функциональных зависимостей между параметрами. На этапе оптимизации данные функциональные зависимости позволяют, путем подстановки вычисленных значений, получить численное значение.

Вычисленные значения критериев оптимальности и параметров управления выводятся пользователю (рисунки 8.5-8.6) и, наряду с исходными и промежуточными данными, могут быть сохранены и повторно использованы.

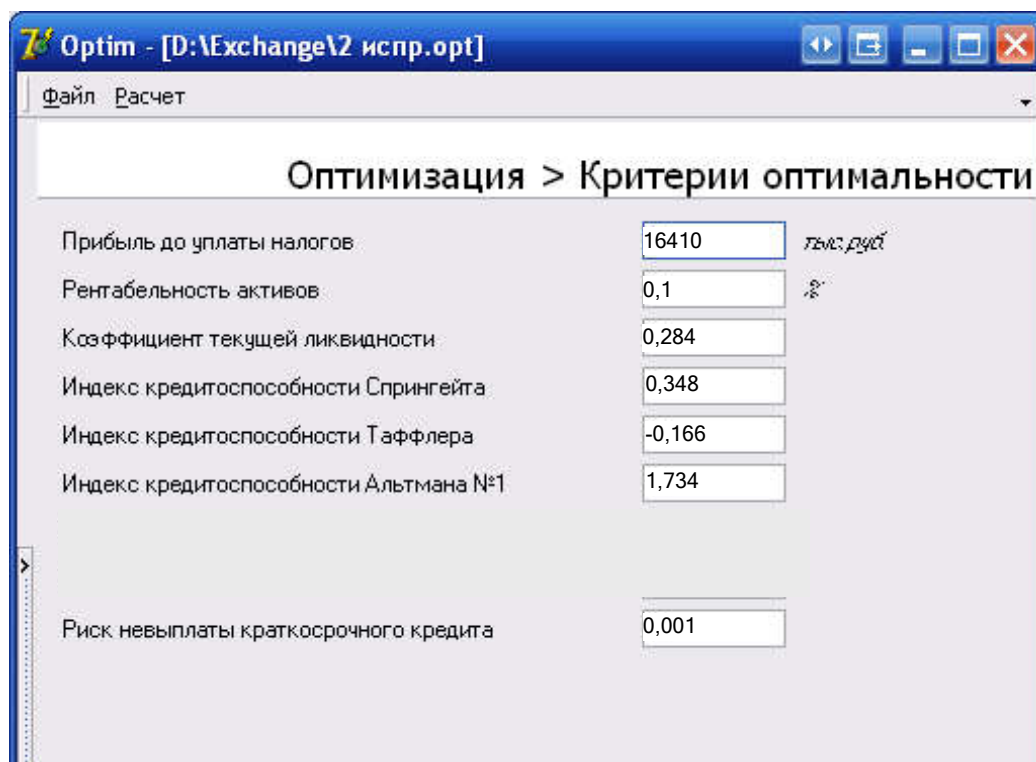


Рисунок 8.5 – Вывод результатов вычислений критериев оптимальности

Для проведения некоторых сложных вычислений, а также процесса нахождения оптимальных параметров управления приложение по технологии COM запускает ядро пакета MATLAB, которому и передает на вычисление требуемые параметры.

Оптимизация > Параметры управления

Незавершенное производство

Размер производственной партии для 1-го вида	60	шт.
--	----	-----

Основное сырье и материалы

Размер заказа для 1-го вида	66	шт.
Ср. период расчетов с поставщиками для 1-го вида	-39	дн.
Размер заказа для 2-го вида	8	шт.
Ср. период расчетов с поставщиками для 2-го вида	-10	дн.
Размер заказа для 3-го вида	6	шт.
Ср. период расчетов с поставщиками для 3-го вида	-9	дн.

Готовая продукция

Размер производственной партии для 1-го вида	82	шт.
Размер производственной партии для 2-го вида	94	шт.
Размер производственной партии для 3-го вида	65	шт.
Размер производственной партии для 4-го вида	73	шт.

Размер альтернативных вложений: 0 тыс. руб.

Рисунок 8.6 – Вывод результатов расчета параметров управления

8.3.3 Модуль анализа и планирования

В соответствии с полученными параметрами управления и критериями оптимальности строятся некоторые графики, призванные повысить степень удобства работы пользователя с программой, и визуально отобразить некоторые зависимости и функции распределения (рисунок 8.7).

Кроме того, пользователю предоставляются некоторые рекомендации по возможному принятию решений в управлении предприятием, раскрывающие суть полученных численных результатов

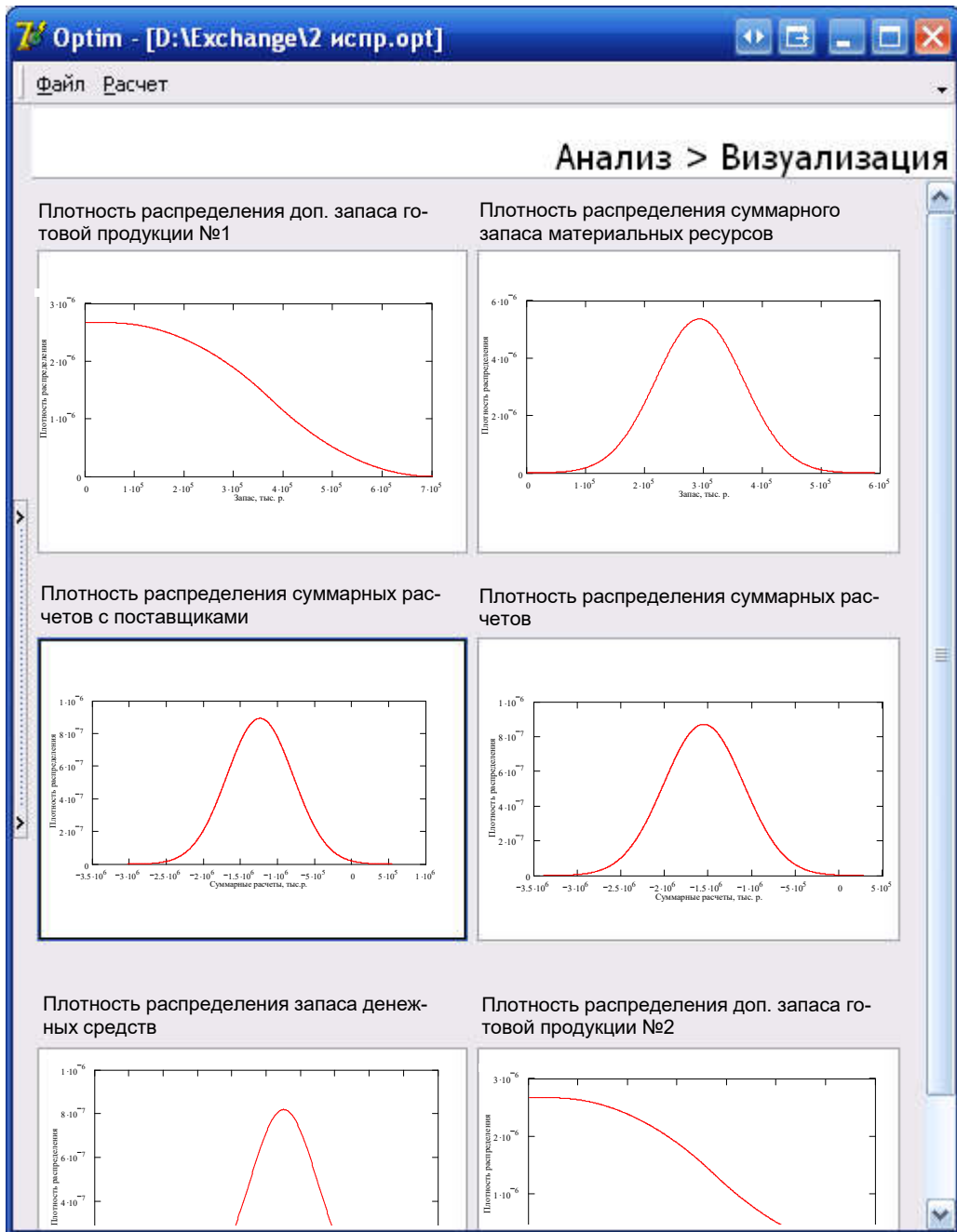


Рисунок 8.7 – Визуализация полученных результатов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизировать изменение во времени составляющих оборотных активов и текущих пассивов возможно только в комплексе (в зависимости друг от друга). Поэтому, например, оптимизацию изменения материальных запасов во времени необходимо осуществлять не только через параметры управления этим процессом, но и через параметры управления изменением запаса денежных средств, дебиторской задолженности, кредиторской задолженности. Выявление функциональной зависимости между изменением во времени составляющих оборотных активов и текущих пассивов дает возможность найти при оптимизации глобальный экстремум. Данная концепция и реализована в методике управления оборотными активами и источниками их покрытия на предприятии.

Для управления оборотными активами и источниками их покрытия разработана стратегия финансирования оборотных активов, где главное внимание в отличие от существующих стратегий уделяется таким источникам покрытия оборотных активов, как текущие обязательства. Согласно авторской стратегии определенная (оптимальная) часть свободных денежных средств предприятия переводится в альтернативные вложения, при этом в текущий момент времени предприятие может финансировать депозит за счет краткосрочного кредита. Данная операция может оказаться выгодной, поскольку время хранения депозита превышает время использования краткосрочного кредита, и предприятие может получить дополнительную прибыль от такой финансовой деятельности.

Новизна предложенной зависимости между изменением составляющих оборотных активов, текущих пассивов во времени и параметрами управления этими процессами заключается в установлении связи между изменением материальных запасов и изменением запаса денежных средств во времени, а, следовательно, и между параметрами управления этими процессами. Такой подход позволяет более точно определять величины составляющих оборотных активов и текущих пассивов, а также издержки и доходы от функционирования оборотных активов.

Невозможно получить одинаковый финансовый результат от функционирования оборотных активов при одинаковых параметрах управления и различной финансовой ситуации, сложившейся на предприятии. Под финансовой ситуацией понимается сравнительно долгосрочная финансовая позиция предприятия, определяемая на основании долгосрочных величин – внеоборотных активов, собственного капитала, долгосрочных обязательств. Согласно авторскому методу, финансовый результат от функционирования оборотных активов зависит от финансовой ситуации, сложившейся на предприятии, что определяет различный подход к управлению оборотными активами в условиях финансово-устойчивого предприятия и предприятия на грани банкротства.

Необходимо осуществлять управление оборотными активами и источниками их покрытия с учетом вероятности наступления неплатежеспособности (банкротства) предприятия, посредством использования в качестве критериев

оптимизации показателей вероятности банкротства, а также прибыли в совокупности с предложенными авторами ограничениями, которые объединяют максимизацию прибыли и обеспечение платежеспособности предприятия в одно целое. Поскольку для любого предприятия достаточный уровень платежеспособности является одной из важнейших характеристик стабильности производственно-хозяйственной деятельности.

При изменении финансовой ситуации на предприятии меняются и цели управления оборотными активами и источниками их покрытия. Если вероятность риска неплатежеспособности предприятия достаточно высока (коэффициент текущей ликвидности меньше 1), то предприятие стремится снизить данную вероятность, что частично реализуется через повышение прибыли и рентабельности активов и через снижение чрезмерной кредиторской задолженности. При сравнительно приемлемой вероятности риска неплатежеспособности (коэффициент текущей ликвидности меньше нормативного значения, но больше 1) предприятие стремится максимизировать рентабельность активов, так как максимизация прибыли может привести к повышению риска банкротства предприятия до неприемлемого уровня. При низкой вероятности риска неплатежеспособности (коэффициент текущей ликвидности больше нормативного значения) предприятие стремится максимизировать прибыль, пусть даже пожертвовав частью платежеспособности до определенного приемлемого (нормативного) уровня. Данная концепция и реализуется с помощью авторской комплексной целевой функции.

Методика оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия может использоваться для целей планирования на 1-3 мес. изменения материальных оборотных активов и для управления изменением запаса денежных средств во времени на промышленных предприятиях в зависимости от выбранной стратегии управления материальными запасами (с фиксированным размером заказа, с фиксированным интервалом поставки, “партия за партией”), в случае, когда можно спрогнозировать ежедневный (еженедельный) потребительский спрос в длительном периоде времени, который, однако, менее периода планирования. Кроме этого, данная методика может применяться и для оперативного управления изменением материальных оборотных активов и изменением запаса денежных средств во времени в случае неопределенности потребительского спроса, когда затруднительно спрогнозировать ежедневный (еженедельный) потребительский спрос в длительном периоде времени, но можно спрогнозировать общую величину потребительского спроса в интервале 1-3 мес.

Оптимальные параметры управления изменением материальных оборотных активов и сопутствующим изменением запаса денежных средств во времени зависят от финансовой ситуации, сложившейся на предприятии. На основании реализации авторской методики управления можно сделать вывод о целесообразности увеличения размеров заказов и размеров производственных партий по мере улучшения финансовой ситуации, пока инвестирование дополнительных денежных средств в запасы станет неэффективным, и запасы начинают под-

держиваться на постоянном уровне. По мере улучшения финансовой ситуации становится выгодно переводить часть денежных средств в альтернативные вложения, вместо того, чтобы финансировать дополнительные запасы. Также, с точки зрения уменьшения вероятности банкротства предприятия, целесообразно уменьшать периоды расчетов с поставщиками по мере улучшения финансовой ситуации, пока коэффициент текущей ликвидности не превысит свое нормативное значение. При превышении коэффициентом текущей ликвидности нормативного значения целесообразно уже увеличивать периоды расчетов с поставщиками по мере улучшения финансовой ситуации для получения дополнительного дохода от альтернативных вложений, при этом размер кредиторской задолженности устанавливается, исходя из обеспечения нормативной ликвидности предприятия.

Выполнена привязка модели комплексного управления оборотными активами и источниками их покрытия к условиям динамического спроса.

В области управления оборотными активами проведено множество теоретических исследований, но ни один из авторов не рассматривает управление всеми составляющими оборотных активов (запасами, дебиторской задолженностью, денежными средствами) в комплексе. Ведь изменение в политике управления дебиторской задолженностью может повлиять на результат управления запасами, денежными средствами и наоборот. Хотя и были попытки рассмотреть комплексное управление несколькими составляющими оборотных активов, но практического применения они не нашли ввиду недостаточной их проработки. Отсутствие таких разработок значительно снижает эффективность управления. Поэтому чтобы устранить вышеперечисленные недостатки, имеет смысл адаптировать к условиям динамического спроса разработанную авторами модель комплексного управления оборотными активами и источниками их покрытия.

Согласно авторской модели, совокупные материальный запас и расчеты для всего предприятия в целом складываются из отдельных элементарных материальных запасов и расчетов в многоуровневой многопродуктовой системе. Максимальная величина элементарного материального запаса определяется как сумма объема заказа и точки заказа (уровень запаса в момент заказа) за вычетом спроса в период отгрузки или изготовления заказанной партии, а минимальная величина – как разность точки заказа и спроса за период выполнения заказа или изготовления единицы продукции. Элементарная величина расчетов с поставщиками или заказчиками определяется спросом за период расчетов с поставщиками или заказчиками. Запас денежных средств на расчетном счете предприятия складывается из собственных оборотных средств за вычетом совокупного материального запаса, совокупных расчетов и величины финансовых вложений. Положительная величина запаса денежных средств представляет собой денежные средства на расчетном счете, а отрицательная – краткосрочные кредиты. В качестве параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия предлагается использовать: объемы заказов, точки заказов, периоды расчетов с поставщиками и заказчиками, размер финансовых вложений.

Отличительной особенностью является то, что установлена взаимосвязь между изменением отдельных материальных запасов, расчетов, изменением запаса денежных средств и параметрами управления этими процессами для всего предприятия в целом, что позволяет осуществлять управление составляющими оборотных активов в комплексе и способствует повышению рентабельности активов предприятия.

Разработан метод определения финансового результата от функционирования оборотных активов в условиях динамического спроса.

Отсутствует модель управления материальными запасами в условиях динамического спроса, которая учитывала бы финансовое состояние предприятия. Другими словами, управление материальными запасами осуществляется без точного определения источников их покрытия. Параметры управления материальными запасами не зависят от финансовой ситуации предприятия, что определяет одинаковый подход к управлению материальными запасами в условиях финансово устойчивого предприятия и предприятия на грани банкротства.

Финансовый результат от функционирования оборотных активов определяется как разность доходов и издержек от функционирования оборотных активов для всего предприятия в целом. Доходы и издержки от наличия финансовых вложений, денежных средств, дебиторской задолженности, краткосрочных кредитов, материальных запасов, дефицита материальных запасов зависят от параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия и определяются как произведение соответствующей величины на реальную процентную ставку по финансовым вложениям, по депозиту до востребования, надбавки за дебиторскую задолженность, по краткосрочному кредиту, издержек хранения, штрафных издержек соответственно. Издержки заказов или наладок определяются как произведение постоянных издержек, приходящихся на один заказ или наладку и количества заказов или наладок.

Отличительной особенностью является то, что финансовый результат от функционирования оборотных активов рассчитывается для всего предприятия в целом, что позволяет в комплексе определять значения параметров управления оборотными активами и источниками их покрытия. Кроме этого, финансовый результат от функционирования оборотных активов и значения параметров управления зависят от величины собственных оборотных средств, поэтому комплексное управление оборотными активами и источниками их покрытия осуществляется в соответствии с финансовым состоянием предприятия, что позволяет снизить вероятность неплатежеспособности.

Отобраны целевые функции для управления оборотными активами в условиях динамического спроса.

Управление материальными оборотными активами осуществляется только на основании обеспечения максимального эффекта деятельности предприятия и совсем не учитывается обеспечение его платежеспособности. Поэтому так же как и в условиях статического спроса необходимо применять авторские целевые функции, которые учитывают как достижение максимального эффекта (эффективности) деятельности предприятия, так и обеспечение его платежеспособности.

Комплекс целевых функций включает: максимизацию рентабельности активов, минимизацию вероятности банкротства предприятия, максимизацию прибыли до уплаты налогов при ограничении риска невыплаты кредита, если коэффициент текущей ликвидности менее единицы; максимизацию прибыли до уплаты налогов при ограничении снизу платежеспособности предприятия, если коэффициент текущей ликвидности более нормативного значения; максимизацию рентабельности активов и минимизацию вероятности банкротства предприятия в остальных случаях.

Отличительной особенностью является зависимость целей управления оборотными активами от платежеспособности предприятия, определяемой коэффициентом текущей ликвидности. Кроме этого, комплекс целевых функций используется для многокритериальной оптимизации оборотных активов и источников их покрытия и включает показатели платежеспособности предприятия наряду с прибылью и рентабельностью активов, что позволяет снизить вероятность неплатежеспособности и повысить рентабельности активов предприятия.

Разработаны алгоритмы оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия в условиях динамического спроса при применении “толкающей” системы управления производством.

Методы и алгоритмы оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия могут применяться на промышленных предприятиях для планирования составляющих оборотных активов и источников их покрытия средств в случае динамического потребительского спроса при применении “толкающей” системы управления производством. Использование методов и алгоритмов оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия позволит получить экономический эффект, выражающийся в повышении прибыли и рентабельности активов предприятия, за счет учета взаимозависимости изменения материальных запасов, расчетов и изменения запаса денежных средств во времени. Кроме этого, планирование будет производиться с учетом обеспечения платежеспособности предприятия.

Основными исходными данными для реализации на практике методов и алгоритмов оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия являются данные: бизнес-плана; бухгалтерского баланса; оперативных планов по сбыту продукции, ценам на продукцию и ресурсы; о производстве продукции и затратах за предыдущий период; о расчетах с поставщиками и заказчиками за предыдущий период; информация об условиях продажи продукции и расчетов с заказчиками; условиях поставки и расчетов с поставщиками; условиях расчетов по оплате труда, по налогам и сборам, по социальному страхованию и обеспечению, по аренде и лизингу, по прочим и коммерческим расходам, по долгосрочным кредитам; производственные нормативы (нормы времени, издержки и продолжительность наладки).

На базе методов и алгоритмов оптимизации управления оборотными активами и источниками их покрытия построена программная система управления оборотными активами и источниками их покрытия в условиях динамического

спроса при применении “толкающей” системы управления производством. Построение программной системы управления оборотными активами и источниками их покрытия позволит снизить нагрузку на персонал, отвечающий за планирование; повысить качество расчета плановых величин параметров управления. Многие исходные данные для расчетов по данным методам могут быть получены автоматизированным путем – из других программных продуктов, например, бухгалтерских, за счет чего минимизируется время, необходимое на подготовку расчетов. Данные, полученные в процессе вычислений, в дальнейшем могут использоваться вторично, и потому целесообразно их хранение для повторного использования.

Список использованных источников

1. Антанюк, Я.С. Методыка кіравання абаротнымі актывамі і крыніцамі іх пакрыцця на прадпрыемстве / Я.С. Антанюк, А.М. Качурка // Весці НАН Беларусі. Серыя гуманітарных навук. – 2008. – №4. – С. 19-27.
2. Антонюк, Я.С. Зависимости финансовых результатов предприятия от параметров управления запасами (во времени) / Я.С. Антонюк // Вестник ПГУ. – 2007. – №4. – С. 127-133.
3. Антонюк, Я.С. Критерии оптимизации управления материальными запасами строительных предприятий / Я.С. Антонюк // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2002. – №1: Строительство и архитектура. – С. 152-154.
4. Антонюк, Я.С. Критерии оптимизации управления оборотными активами предприятия / Я.С. Антонюк // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2005. – №1: Экономика. – С. 103-108.
5. Антонюк, Я.С. Модель совместного управления оборотным капиталом организации / Я.С. Антонюк // Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества: Сборник статей VII Международной научно-методической конференции. – Брест, 13-14 мая 2004: в ч. / Брестский филиал Частного УО “Институт современных знаний” им. А.М. Широкова. – Брест, 2004. – Ч. 2 – С. 8-11.
6. Антонюк, Я.С. Оптимальное управление оборотным капиталом / Я.С. Антонюк // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2004. – №3: Экономика. – С. 169-173.
7. Антонюк, Я.С. Управление материальными оборотными активами на основе логистического подхода / Я.С. Антонюк // Вестник БрГТУ. Экономика. – 2006. – №3: Экономика. – С. 112-117.
8. Антонюк, Я.С. Управление оборотными активами предприятия в условиях неопределенности / Я.С. Антонюк // Модельные программы реструктуризации и реформирования экономики: материалы 3-ей Международной научной конференции – Минск, 23-25 июня 2005: в ч. / БГАТУ. – Минск, 2005. – Ч. 1. – С. 152-158.
9. Антонюк, Я.С. Управление изменением запасов во времени / Я.С. Антонюк, Т.Р. Кисель // Вестник БНТУ. – 2007. – №2 – С. 85-90.
10. Антонюк, Я.С. Планирование материальных и денежных запасов предприятия на основе логистического подхода / Я.С. Антонюк, А.Н. Кочурко // Труды МИУ. – 2008. – №2. – С. 95-101.
11. Антонюк, Я.С. Комплексное управление составляющими оборотных активов и текущих обязательств предприятия / Я.С. Антонюк, А.Н. Кочурко // Управление в социальных и экономических системах : материалы XVII междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2–6 июня 2008 г. / Мин. ин-т. упр. ; редкол.: Н.В. Суша (пред.) [и др.]. – Минск, 2008. – С. 203–204.

12. Антонюк, Я.С. Методика выбора целевых функций для управления материальными и денежными запасами / Я.С. Антонюк // *Wshodnia spolka – 2009: materialy V Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, Przemysl, 7-15 wrzesnia 2009 / Sp. z.o.o. Nauka i studia; red. S. Gorniak. – Przemysl, 2009. Vol. 2. – S. 28-29.*
13. Антонюк, Я.С. Методика планирования дебиторской задолженности в строительных организациях / Я.С. Антонюк // *Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2003 – № 1: Стр-во и архитектура. – С. 141–145.*
14. Антонюк, Я.С. Методика расчета финансового результата от логистических операций / Я.С. Антонюк // *Aplikovane vedecke novinky – 2009: materialy V Mezinárodní vedecko-praktická konference, Praha, 27. června - 5. srpna 2009 / Publishing house „Edukation and Science” s.r.o; red. Z. Cernak. – Praha, 2009. – Díl 2. – S. 34-35.*
15. Антонюк, Я.С. Методика управления материальными оборотными активами предприятий на основе логистического подхода / Я.С. Антонюк // *Проблемы управления. – 2008. – №4. – С. 201-206.*
16. Антонюк, Я.С. Оптимальное управление оборотными активами / Я.С. Антонюк // *Проблемы управления и приложения: техника, производство, экономика = Control problems and applications: technology, industry, economics: тр. междунар. конф., Минск, 16–20 мая 2005 г.: в 3 т. / НАН Беларуси, Ин-т математики; ред. Ф.М. Кириллова. – Минск, 2005. – Т. 3. – С. 23–28.*
17. Антонюк, Я.С. Оптимизация совместного управления запасами и денежными средствами предприятия / Я.С. Антонюк // *Математическое моделирование экономических процессов переходного периода : материалы I междунар. науч. конф., Минск, 29–31 окт. 2003 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В.Я. Асанович (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2003. – С. 335–336.*
18. Антонюк, Я.С. Планирование материальных и денежных запасов предприятия на основе логистического подхода / Я.С. Антонюк // *Материалы XI научной сессии преподавателей и студентов, Витебск, 17–18 апр. 2008 г. : в 3 ч. / Междунар. ин-т трудовых и соц. отношений, Витеб. фил.; редкол.: И.В. Мандрик (отв. ред.) [и др.]. – Витебск, 2008. – Ч. 1. – С. 79–82.*
19. Антонюк, Я.С. Расчет объемов материальных запасов в комплексе с запасом денежных средств предприятия / Я.С. Антонюк // *Naukowa Przestrzen Europy – 2009: materialy V Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, Przemysl, 7-15 kwietnia 2009 / Sp. z.o.o. Nauka i studia; red. S. Gorniak. – Przemysl, 2009. – Vol. 6. – S. 20-21.*
20. Антонюк, Я.С. Совершенствование планирования дебиторской задолженности на предприятии / Я.С. Антонюк // *Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества : материалы IV междунар. науч.-метод. конф., Минск, 15–16 мая 2003 г.: в 2 ч. / Ин-т соврем. знаний; редсовет: В.А. Мищенко (пред.) [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 5–7.*
21. Антонюк, Я.С. Экономический механизм взаимодействия изменения материальных запасов и запаса денежных средств / Я.С. Антонюк // *Věda a vznik – 2009/2010: materialy V mezinár. vědec.-prakt. konf., Praha, 27. pros. 2009 – 5. led. 2010 / Edukation a. Science ; red. Z. Cernak. – Praha, 2009/2010. – D. 10. – S. 8–10.*

22. Бабук, И.М. Инвестиции: финансирование и оценка экономической эффективности. – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ, 1996. – 161 с.
23. Бандурин, А.В. Проблемы оперативного управления активами корпораций / А.В. Бандурин, С.И., Басалай, И.А. Ли; под ред. В. В. Бандурина – М.: ТДДС Столица-8, 1999. – 164 с.
24. Басалай, С.И. Механизмы управления финансовыми ресурсами корпорации / С.И. Басалай. – М.: ТДДС Столица-8, 2001. – 166 с.
25. Букан, Д. Научное управление запасами / Д. Букан, Э. Кенигсберг; пер. с англ. – М.: Наука, 1967. – 424 с.
26. Вагнер, Г. Основы исследования операций: в 3 т. / Г. Вагнер; пер. с англ. Б.Т. Вавилова – М.: Мир, 1973. – Т. 1-4.
27. Володина, Е.В. Повышение экономической эффективности управления материальными запасами промышленного предприятия на основе логистической концепции: дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 [Электрон. ресурс] / Е.В. Володина; Курганский государственный университет. – Курган, 1998. – Режим доступа: <http://dissertation1.narod.ru/avtoreferats/114/>
28. Гаджинский, А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А.М. Гаджинский – М.: Маркетинг, 2002 – 408с.
29. Гусаков, Б.И. Экономическая эффективность инвестиций собственника / Б.И. Гусаков. – Мн.: НПЖ “Финансы, учет, аудит”, 1998. – 216 с.
30. Золотоголов, В.Г. Организация и планирование производства: практ. Пособие / В.Г. Золотоголов. – Мн.: ФУАинформ, 2001 – 528 с.
31. Ивуть, Р.Б. Логистика / Р.Б. Ивуть, С.А. Нарушевич. – Мн.: БНТУ, 2004. – 328 с.
32. Карлашов, Е.Ю. Управление оборотными средствами хозяйствующих субъектов рынка по материалам сахарной промышленности Краснодарского края): автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / Е.Ю. Карлашов; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 1997. – 24 с.
33. Кейлер, В.А. Экономика предприятия: Курс лекций / В.А. Кейлер. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЭиУ, “Сибирское соглашение”, 1999. – 132с.
34. Ковалев, В.В. Введение в финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 768 с.
35. Козик, П. Управление оборотными средствами предприятия. // Нац. экон. газ. – 2002. – 31 мая. – С. 21.
36. Колышкин, А. Новые подходы к оценке вероятности банкротства [Электрон. ресурс] – КГ “Воронов и Максимов”, 2003. – Режим доступа: <http://www.vmgroupp.ru/Win/Public12.htm>
37. Корсаков, Д.Б. Как увеличить прибыль. [Электрон. ресурс] – СПб.: Образование-культура, 1998. Ч. 1 – Режим доступа: <http://korsakov.adviser.ru/>
38. Крижевская, Е.Ю. Совершенствование методов управления оборотными средствами предприятия в условиях переходной экономики: автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05, 08.00.10/ Е.Ю. Крижевская; Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2000. – 20 с.

39. Крюков, А.Ф. Анализ методик прогнозирования кризисной ситуации коммерческих организаций с использованием финансовых индикаторов. / А.Ф. Крюков, И.Г. Егорычев // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – №2. – С. 91-98.
40. Ларин, О.Н. К вопросу расчета оптимального размера заказа / О.Н. Ларин // Бизнес и логистика-2002: сборник материалов IV Московского Международного Логистического Форума (ММЛФ-2002), Москва, 5-9 февраля 2002 г. / Под общей ред. Л.Б. Миротина и Ы.Э. Ташбаева. – М.: Дом печати «Столичный бизнес», 2002. – с. 67-70.
41. Ли, И.А. Экономический механизм оперативного управления текущими активами корпораций: дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / И.А. Ли; Российский государственный гуманитарный университет – Москва, 1999. – 141 с.
42. Лимонов, А.А. Повышение эффективности управления производственными запасами (на материалах сельскохозяйственных предприятий Краснодарского края): автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 [Электрон. ресурс] / А.А. Лимонов; Кубанский государственный аграрный университет. – Краснодар, 1999. – Режим доступа: <http://dissertation1.narod.ru/avtoreferats/115/avtorefl15.htm>
43. Логистика / Под ред. Б.А. Аникина: 2-е изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 352с.
44. Неруш, Ю.М. Логистика: Учебник для вузов / Ю.М. Неруш. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 389 с.
45. Пареная, В.А. Экспресс-оценка вероятности банкротства предприятия / В.А. Пареная, И.А. Долгалев // Аудит и финансовый анализ [Электрон. ресурс] – 2002. – № 2. – Режим доступа: <http://optim.ru/fin/2002/2/rparenaya/rparenaya.asp>
46. Производственный менеджмент: учебник / Под ред. В.А. Козловского. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 574 с.
47. Радионов, А.Р. Нормирование производственных запасов и вложенных в них оборотных средств / А.Р. Радионов, Р.А. Радионов. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1999. – 248 с.
48. Радионов, А.Р. Управление производственными запасами / А.Р. Радионов, Р.А. Радионов // Менеджмент в России и за рубежом [Электрон. ресурс] – 1999. – №1. – Режим доступа: <http://www.dis.ru/manag/arhiv/1999/1/9.html>
49. Руссель, А. Управление дебиторской задолженностью / А. Руссель // Экономика, финансы, управление. – 2002 - №№ 3-5.
50. Сергеев, И.В. Логистика в бизнесе: учебник / И.В. Сергеев – М.: ИНФРА-М, 2001. – 608 с.
51. Стерлигова, А. О сугубой практичности формулы Вильсона / А. Стерлигова, И. Семенова // Логистик&система. – 2005. – №5. – С. 56-61.
52. Стерлигова, А. Оптимальный размер заказа, или загадочная формула Вильсона / А. Стерлигова, И. Семенова // Логистик&система. – 2005. – №3. – С. 62-71.
53. Стоянова, Е.С. Анализ потребности в оборотных средствах / Е.С. Стоянова // Бухгалтерский учет. – 1994. – № 3. – С. 15-17.

54. Стоянова, Е.С. Управление оборотным капиталом: учебно-практическое пособие / Е.С. Стоянова [и др.] – М.: Перспектива, 1998. – 127 с.
55. Сытник, В.Ф. Математические модели в планировании и управлении предприятиями / В.Ф. Сытник, Е.А. Карагодова – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 214с.
56. Тренев, Н.Н. Управление финансами: учебное пособие/ Н.Н. Тренев. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 496 с.
57. Фасоляк, Н.Д. Управление производственными запасами: экономический аспект проблемы / Н.Д. Фасоляк – М.: Экономика, 1972. – 272 с.
58. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: учебник / Р.А. Фатхутдинов . – М.: ИН ФРА-М, 2000. – 672 с.
59. Фёдоров, С.С. Логистика, управление запасами: расширенные возможности модели EOQ (Economic order quantity) [Электрон. ресурс] – E-xecutive, Ward Howell International, 2006. – Режим доступа: http://www.e-xecutive.ru/publications/specialization/article_1442/
60. Халед, А. Математическое моделирование товароснабжения в системе управления торговлей: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / А. Халед; Бел. гос. экон. ун-т. – Минск, 1995. – 19 с.
61. Холод, Н.И. Экономико-математические методы и модели / Н.И. Холод, Л.В. Кузнецов, Я.Н. Жихар [и др.] – Мн.: БГЭУ, 1999. – 413с.
62. Хохлов, В.В. Факторы роста оборотного капитала промышленных предприятий и цена источников его финансирования: дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / В.В. Хохлов / Волгоградский государственный университет – Волгоград, 2000. – 213 с.
63. Черновалов, А. Прогнозирование несостоятельности действующих предприятий и фирм в Беларуси / А. Черновалов, А. Шевчук // ЭКОВЕСТ – 2004. – Т. 4, № 1. – С. 130-151.
64. Шевчук, А.А. Многомерный подход к анализу финансового состояния предприятия / А.А. Шевчук // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2005. – №1: Экономика. – С. 114-116.
65. Шеремет, А.Д. Методика финансового анализа: учебное пособие // А.Д. Шеремет, Р.С. Сайфулин, Е.В. Негашев. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 208 с.
66. Юхневич, И.Н. Оптимизация производственных запасов в условиях перехода к рынку Республики Беларусь: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / И.Н. Юхневич; Бел. гос. экон. ун-т. – Минск, 1995. – 19 с.
67. Afentakis, P. Optimal Lot-Sizing Algorithms for Complex Product Structures / P. Afentakis, B. Gavish // Operations Research. – 1986. – Vol. 34. – P. 237-249.
68. Agarval, V. The Distress Factor Effect in Equity Returns: Market Mispricing or Omitted Variable? / V. Agarval, R. Taffler. [Electronic resource] – Manchester School of Accounting and Finance, Manchester, UK, 2003. – Mode of access: http://www.efmaefm.org/AcceptedPapers2003/TafflerRichard_AgarwalVineet/TafflerRichard_AgarwalVineet.pdf

69. Altman, E.I. An International Survey of Business Failure Classification Models / E.I. Altman, P. Narayanan. // *Financial Markets, Institutions, and Instruments*. – 1997. – Vol. 6, № 2. – P. 1-57.
70. Altman, E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy / E.I. Altman // *Journal of Finance*. – 1968. – Vol. 23, № 4. – P. 589-609.
71. Altman, E.I. Revisiting Credit Scoring Models in a Basel 2 Environment [Electronic resource]: Credit Rating: Methodologies, Rationale and Default Risk. – London: London Risk Books, 2002. – Mode of access: www.stern.nyu.edu/fin/workpapers/papers2002/pdf/wpa02041.pdf
72. Antoniuk, Y. Current assets management optimization of a construction firm / Y. Antoniuk, A. Kochyrko // *Ekologia w inżynierii procesów budowlanych : materiały nauk. konf., Lublin – Kazimierz Dolny, 24–26 kwiec. 2003* / Politech. Lubelska ; red. O. Kaplinski. – Lublin, 2003. – S. 119–126.
73. Antoniuk, Y. Minimization of bankruptcy risk at current assets management of an enterprise / Y. Antoniuk // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – wpływ otoczenia na funkcjonowanie przedsiębiorstwa: Praca zbiorowa / Pod redakcją J. Bizon-Góreckiej*. – Bydgoszcz: TNOiK, 2005. – S. 23-32.
74. Antoniuk, Y. Optimal inventory management with allowance for the bankruptcy risk / Y. Antoniuk // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyka wewnętrzne i w otoczeniu organizacji: Praca zbiorowa / Pod redakcją J. Bizon-Góreckiej*. – Bydgoszcz: TNOiK, 2002. – S. 109-120.
75. Antoniuk, Y. Risk estimation of credit sale for the enterprises / Y. Antoniuk // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyka uniwersalne i specyficzne : pr. zbior. / T-wo Nauk. Org. i Kier., Oddz. w Bydgoszczy ; red. J. Bizon-Górecka*. – Bydgoszcz, 2003. – S. 156–164.
76. Antoniuk, Y. The economic evaluation of risk as a result of order default / Y. Antoniuk, A. Kochyrko // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyko a bezpieczeństwo organizacji : pr. zbior. / T-wo Nauk. Org. i Kier., Oddz. w Bydgoszczy ; red. J. Bizon-Górecka*. – Bydgoszcz, 2004. – S. 101–110.
77. Antoniuk, Y. The economic evaluation of risk as a result of order default II // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyko a bezpieczeństwo organizacji: Praca zbiorowa / Pod redakcją J. Bizon-Góreckiej*. – Bydgoszcz: TNOiK, 2004. – S. 111-118.
78. Antoniuk, Y. The risk of the order loss in the selection of suppliers / Y. Antoniuk, A. Kochyrko // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyka uniwersalne i specyficzne : pr. zbior. / T-wo Nauk. Org. i Kier., Oddz. w Bydgoszczy; red. J. Bizon-Górecka*. – Bydgoszcz, 2003. – S. 47–56.
79. Arcelus, F.J. Inventory policies under various optimizing criteria and variable markup rates / F.J. Arcelus, G. Srinivasan // *Management Science*. – 1987. – Vol. 33, № 6. – P. 756-762.
80. Arrow, K.J. Optimal Inventory Policy / K.J. Arrow, T. Harris, J. Marschak // *Econometrica*. – 1951. – Vol. 19. – № 3. – P. 250-272.

81. Atkins, J.C. Comment and Correction: Opportunity Cost in the Evaluation in Accounts Receivable / J.C. Atkins, Kim Y.H. // *Financial Management*. – 1977. – Vol. 6, № 4. – P. 71-74.
82. Bankruptcy Prediction Models [Electronic resource] – BankruptcyAction.com, 2004. – Mode of access: <http://www.bankruptcyaction.com/insolart1.htm>
83. Barany, I. Formulations for Multi-items Capacitated Lotsizing / I. Barany, T.J. Van Roy, L.A. Wosley // *Management Science*. – 1984. – Vol. 30. – P. 1255-1261.
84. Bar-Ilan, A. Overdraft and the demand for money // *The American Economic Review*. – 1990. – Vol. 80, № 5. – P. 1201-1216.
85. Bar-Ilan, A. A Generalized Impulse Control Model of Cash Management / A. Bar-Ilan, D. Perry, W. Stadje. // *Journal of Economic Dynamics and Control*. – 2004. – Vol. 28, № 6. – P. 1013-1033.
86. Barro, R.J. and S. Fischer. Recent Developments in Monetary Theory // *Journal of Monetary Economics*. – 1976. – Vol. 2. – P. 133-167.
87. Barro, R.J. Inflation, the payments period and the demand for money // *Journal of Political Economy*. – 1970. – Vol. 78, № 6. – P. 1228-1263.
88. Baumol, W.J. An inventory theoretic model of freight transport demand / W.J. Baumol, H.D. Vinod // *Management Science*. – 1970. – Vol. 16, № 7. – P. 413-421.
89. Baumol, W.J. The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach // *The Quarterly Journal of Economics*. – 1952. – Vol. 66, № 4. – P. 545-556.
90. Beamon, B.M. Performance Analysis of Conjoined Supply Chains / B.M. Beamon, V.C.P. Chen // *International Journal of Production Research* – 2001. – Vol. 39, № 14. – P. 3195-3218.
91. Beranek, W. Financial Implications of Lot, Size Inventory Models // *Management Science*. – 1967. – Vol. 13, № 8. – P. 401-408.
92. Berry, W.L. Lot sizing Procedures for Requirements Planning Systems: a Framework for Analysis // *Production and Inventory Management*. – 1972. – Vol. 13. – P. 19-34.
93. [Bicheno](#), J. *Operations Management: An Active Learning Approach* / J. [Bicheno](#), B.B.R. [Elliott](#) – Blackwell Publisher, 1997 – 607 P.
94. Bierman, H. Inventory Decisions under Inflationary Conditions / H. Bierman, J. Thomas // *Decisions Sciences*. – 1977. – Vol. 8. – P. 151-154.
95. Billington, P.J. Heuristics for Multilevel Lot-sizing with a Bottleneck / P.J. Billington, J.O. McClain, L.J. Thomas // *Management Science*. – 1986. – Vol. 32. – P. 989-1006.
96. Borde, S.F. Determining the Cash Discount in the Firm's Credit Policy: an Evaluation / S.F. Borde, D.E. MacCarty. // *Journal of Financial and Strategic Decisions*. – 1998. – Vol.11, № 2. – P. 41-49.
97. Buzacott, J.A. Economic Order Quantities with Inflation. // *Operational Research Quarterly*. – 1975. – Vol. 26, № 3. – P. 553-558.
98. Carter, J.R. Transportation costs and inventory management: Why transportation costs matter / J.R. Carter, B.G. Ferrin // *Production and Inventory Management Journal*. – 1996. – Vol. 37, № 3. – P. 58-62.

99. Chand, S. A Note on "Economic Order Quantity Under Conditions of Permissible Delay in Payments" / S. Chand, J. Ward. // *Journal of the Operational Research Society*. – 1987. – Vol. 38, № 1. – P. 83-84.
100. Chandra, J. The effects of inflation and the time-value of money on some inventory systems / J. Chandra, M. L. Bahner. // *Int. J. Prod. Res.* – 1985. – Vol. 23, № 4. – P. 723-730.
101. Chapman, C.B. Inventory control and trade credit – a further reply / C.B. Chapman, S.C. Ward // *Journal of the Operational Research Society*. – 1988. – Vol. 39, № 2. – P. 219-220.
102. Chapman, C.B. Cooper and M.J. Page. Credit policy and inventory control / C.B. Chapman, S.C. Ward // *Journal of the Operational Research Society*. – 1985. – Vol. 35, № 12. – P. 1055-1065.
103. Chen, H. A New Dynamic Programming Algorithm for the Single Item Capacitated Dynamic Lot Size Model / H. Chen, D.W. Hearn, C. Lee // *Journal of Global Optimization*. – 1994. – Vol. 4. – P. 285-300.
104. Chung, K.H. Inventory Control and Trade Credit Revisited // *Journal of the Operational Research Society*. – 1989. – Vol. 40, № 5. – P. 495-498.
105. Chung, K.J. An exact solution of cash flow for an integrated evaluation of investment in inventory and credit / K.J. Chung, S.D. Lin // *Production Planning & Control*. – 1998. – Vol. 9, № 4. – P. 360-365.
106. Chung, K.J. The optimal inventory policies under permissible delay in payments depending on the ordering quantity / K.J. Chung, S.K. Goyal, Y.F. Huang. // *International Journal of Production Economics*. – 2005. – Vol. 95, № 2. – P. 203-213.
107. Clower, R.W. The Transactions Theory of the Demand for Money: A Reconsideration / R.W. Clower, P.W. Howitt. // *Journal of Political Economy*. – 1978. – Vol. 86, № 3. – P. 449-466.
108. Cuthbertson, K. and D. Barlow. Money Demand Analysis: An Outline / K. Cuthbertson, D. Barlow // *Money and Financial Markets*. / In M.P. Taylor ed. – Massachusetts, Cambridge: Basil Blackwell, 1991 – P. 15-64.
109. Daellenbach, H.G. Inventory control and trade credit – a rejoinder // *Journal of the Operational Research Society*. – 1988. – Vol. 39, № 2. – P. 218-219.
110. Daellenbach, H.G. Inventory control and trade credit. // *Journal of the Operational Research Society*. – 1986. – Vol. 37, № 5. – P. 525-528.
111. Davis, M.P. Marginal analysis of credit sales // *Accounting review*. – 1966. – Vol. 41, № 1. – P. 121-126.
112. De Matteis, J.J. An economic lot sizing technique / J.J. De Matteis, A.G. Mendozze // *IBM System Journal*. – 1968. – Vol. 7. – P. 30-46.
113. Dyl, E.A. Another Look at the Evaluation of Investment in Accounts Receivable // *Financial Management*. – 1977. – Vol. 6. – P. 67-70.
114. Elmaghraby, S.E. The Economic Lot Scheduling Problem (ELSP): Review and Extensions // *Management Science*. – 1978. – Vol. 24, № 6. – P. 587-598.
115. Eppen, G. Cash balance and simple dynamic portfolio problems with proportional costs / G. Eppen, E. Fama // *Int. Econ. Rev.* – 1969. – Vol. 10, № 2. – P. 119-133.

116. Feige, E.L. The optimal quantity of money, bonds, commodity inventories, and capital / E.L. Feige, M. Parkin. // *The American Economic Review*. – 1971. – Vol. 61, № 3. – P. 335-349.

117. Frenkel, J.A. On Transactions and Precautionary Demand for Money / J.A. Frenkel, B. Jovanovic // *Quarterly Journal of Economics*. – 1980. – Vol. 95. № 1. – P. 25-43.

118. Fulmer, J.G.Jr. A Bankruptcy Classification Model For Small Firms / J.G.Jr. Fulmer, J.E. Moon, T.A. Gavin, M.J. Erwin // *Journal of Commercial Bank Lending*. – 1984. – Vol. 66, № 11. – P. 25-37.

119. Gaither, N. Using computer simulation to develop optimal inventory policies // *Simulation*. – 1982. – Vol. 39, № 3. – P. 81–87.

120. Gorham, T. Dynamic order quantities // *Production and Inventory Management*. – 1968. – Vol. 20. – P. 75-81.

121. Goyal, S.K. Economic Order Quantity Under Conditions of Permissible Delay in Payments // *Journal of the Operational Research Society*. – 1985. – Vol. 36, № 4. – P. 335-338.

122. Grossman, H. Money balances, commodity inventories, and inflationary expectations / H. Grossman, A. Policano. // *The Journal of Political Economy*. – 1975. – Vol. 83, № 6. – P. 1093-1112.

123. Gurnani, C. Economic Analysis of Inventory Systems. // *International Journal of Production Research*. – 1983. – Vol. 21, № 2. – P. 261-277.

124. Hadley, G. A comparison of order quantities computed using the average annual cost and the discounted costs // *Management Science*. – 1964. – Vol. 10, № 3. – P. 472-476.

125. Haley, C.W. Inventory Policy and Trade Credit Financing / C.W. Haley, R.C. Higgins // *Management Science*. – 1973. – Vol. 20, № 4. – P. 464-471.

126. Harris, F.W. How Many Parts to Make at Once? // *Factory: The Magazine of Management*. – 1913. – Vol. 10, № 2. – P. 135-136. Reprinted in *Operations Research*. – 1990. – Vol. 38, № 6. – P. 947–950.

127. Hill, R.M. Note: Dynamic Lot Sizing for a Finite Rate Input Process // *Naval Research Logistics*. – 1997. – Vol. 44. – P. 221-228.

128. Huang, Y.F. A Note on Retailer's Ordering Policy and Payment Policy under Trade Credit and Cash Discount // *Journal of Applied Sciences*. – 2004. – Vol. 4, № 3. – P. 439-443.

129. Huang, Y.F. An EOQ Model under Trade Credit Linked to Order Quantity Using Algebraic Method // *Journal of Applied Sciences*. – 2004. – Vol. 4, № 3. – P. 432-438.

130. Hwan, H. An EOQ model with quantity discounts for both purchasing and freight costs / H. Hwan, D.H. Moon, S.W. Shin // *Computers and Operations Research*. – 1990. – Vol. 17, № 1. – P. 73–78.

131. Jackson, P.L. Muckstadt. Determining Optimal Reorder Intervals in Capacitated Production-Distribution Systems / P.L. Jackson, W.L. Maxwell, J.A. Muckstadt // *Management Science*. – 1988. – Vol. 34, № 8. – P. 938-958.

132. Jones, F.L. Current Techniques in Bankruptcy Prediction. *Journal of Accounting Literature*. – 1987. – Vol. 6. – P. 131-164.
133. Karimi, I.A. Optimal Cycle Times in a Two-Stage Serial System with Set-up and Inventory Costs // *IIE Transactions*. – 1989. – Vol. 38, № 10. – P. 324-332.
134. Kim, Y. Economic Analysis of Inventory Systems: A Clarifying Analysis / Y. Kim, J.C. Atkins // *International Journal of Production Research*. – 1985. – Vol. 23, № 4. – P. 761-767.
135. Kim, Y.H. Evaluating Investments in Accounts Receivable: A Wealth Maximization Framework / Y.H. Kim, J.C. Atkins // *Journal of Finance* – 1978. – Vol. 33, № 2. – P. 403-412.
136. Kim, Y.H. An Integrated Evaluation of Investment in Inventory and Credit: A Cash Flow Approach / Y.H. Kim, K.H. Chung // *Journal of Business Finance and Accounting*. – 1990. – Vol. 17, № 3. – P. 381-390.
137. Kim, Y.H. Evaluating Investment in Inventory Policy / Y.H. Kim, G.C. Philippatos, K.H. Chung. // *Engineering Economist*. – 1986. – Vol. 31, № 2. – P. 119-136.
138. Kingsman, B.G. The effect of payment rules on ordering and stockholding in purchasing // *Journal of the Operational Research Society*. – 1983. – Vol. 34, № 11. – P. 1085-1098.
139. Knight, W. Working Capital Management – Satisficing versus Optimization // *Financial Management*. – 1972. – Vol. 1. – P. 33-40.
140. Kochyrko, A. Current assets management optimization of a construction firm / A. Kochyrko, Y. Antoniuk // *Ekologia w inżynierii procesów budowlanych: Materiały naukowej konferencji, Lublin – Kazimierz Dolny, 24-26 kwietnia 2003 / Politechnika Lubelska*. – Lublin, 2003. – S. 119-126.
141. Kochyrko, A. The economic evaluation of risk as a result of order default / A. Kochyrko, Y. Antoniuk // *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyko a bezpieczeństwo organizacji: Praca zbiorowa / Pod redakcją J. Bizon-Góreckiej*. – Bydgoszcz: TNOiK, 2004. – S. 101-110.
142. Langley, J.C. The inclusion of transportation costs in inventory models: some considerations // *Journal of Business Logistics*. – 1980. – Vol. 2, № 1. – P. 106–125.
143. Larson, P.D. The economic transportation quantity // *Transportation Journal*. – 1988. – Vol. 28, № 2. – P. 43–48.
144. Lee, C. The economic order quantity for freight discount costs // *IIE Transactions*. – 1986. – Vol. 18, № 3. – P. 318–320.
145. Maes, J. Multilevel Capacitated Lotsizing Complexity and LP-Based Heuristics / J. Maes, J.O. McClain, L.N. Van Wassenhove // *E.J.O.R.* – 1991. – Vol. 53. – P. 131-148.
146. Magnanti, T.L. A Strong Cutting-Plane Algorithm for Production Scheduling with Changeover Costs / T.L. Magnanti, R. Vachani // *Operations Research*. – 1990. – Vol. 38. – P. 456-473.
147. Maxwell, W.L. Establishing Consistent and Realistic Reorder Intervals in Production-Distribution Systems / W.L. Maxwell, J.A. Muckstadt // *Operations Research*. – 1985. – Vol. 33. – P. 1316-1341.

148. Milbourne, R. Optimal Money Holding Under Uncertainty // *International Economic Review*. – 1983. – Vol. 24, № 3. – P. 685-698.
149. Miller, M.H. A model of the demand for money by firms / M.H. Miller, D. Orr // *Journal of Finance*. – 1966. – Vol. 80, № 3. – P. 413-435.
150. Miller, M.H. The Demand for Money by Firms: Extensions of Analytic Results / M.H. Miller, D. Orr // *Journal of Finance*. – 1968. – Vol. 23, № 5. – P. 735-759.
151. Morse, W.J. Cost Minimisation, Return on Investment, Residual Income: Alternative Criteria for Inventory Models / W.J. Morse, J.H. Scheiner // *Accounting and Business Research*. – 1979. – Autumn. – P. 320-324.
152. Ogden, W.A.Jr. A Model for Optimal Utilization of a Firm's Line of Credit / W.A.Jr. Ogden, S. Sundaram. // *Journal of Financial and Strategic Decisions*. – 1998. – Vol. 11, № 1. – P. 27-36.
153. Oh, J.S. Opportunity Cost in the Evaluation in Accounts Receivable // *Financial Management*. – 1976. – Vol. 5, № 2. – P. 32-36.
154. Orr, D. Cash Management and the Demand for Money. – New York: Praeger, 1970. – Chapters 3-6. – P. 45-131.
155. Patinkin, D. Money, Interest, and Prices: An Integration of Monetary and Value Theory (2-nd edn.). – New York: Harper and Row, 1965. – Section V.2 and appendix V. – P. 82-89 and 450-456.
156. Rachamadugu, R. Effect of Delayed Payments (Trade Credit) in Order Quantities // *Journal of the Operational Research Society* – 1989. – Vol. 40, № 9. – P. 805-813.
157. Rizk, N. Supply Chain Flow Planning Methods: a Review of the Lot-Sizing Literature / N. Rizk, A. Martel. [Electronic resource]: Working Paper CENTOR – Université Laval, QC, Canada, 2001. – Mode of access: www.forac.ulaval.ca/Centor/Documents/
158. Rosling, K. The (r,Q) Inventory Model With Lost Sales [Electronic resource] – Växjö University, Växjö, Sweden, 2002. – Mode of access: www.fc.vxu.se/~kaj.rosling/
159. Rosling, K. The square-root algorithm for single-item inventory optimization [Electronic resource] – Lund Institute of Technology, Lund, Sweden, 1999. – Mode of access: www.fc.vxu.se/~kaj.rosling/
160. Russell, R.M. Optimal purchase and transportation cost lot sizing for a single item / R.M. Russell, L.J. Krajewski // *Decision Sciences*. – 1991. – Vol. 22, № 4. – P. 940–951.
161. Sachdeva, K.S. Accounts Receivable Decisions in a Capital Budgeting Framework / K.S. Sachdeva, L.J. Gitman. // *Financial Management*. – 1981. – Vol. 10. – P. 45-49.
162. Santomero, A.M. Alternative Monies and the Demand for Media of Exchange / A.M. Santomero, J.J. Seater. // *Journal of Money, Credit and Banking*. – 1996. – Vol. 28, № 4. – P. 942-960.
163. Santomero, A.M. A model of the demand for money by households. // *Journal of Finance*. – 1974. – Vol. 29. – P. 89-102.
164. Sarker, B.R. Effects of inflation and the time value of money on order quantity and allowable shortage / B.R. Sarker, H. Pan // *Int. J. Production Economics*. – 1994. – Vol. 34. – P. 65-72.

165. Sartoris, W. A Generalized Cash Flow Approach to Short-Term Financial Decisions / W. Sartoris, N. Hill // *Journal of Finance*. – 1983. – Vol. 38, № 2. – P. 349-360.

166. Schiff, M. A Model for the Integration of Credit and Inventory Management / M. Schiff, Z. Lieber // *Journal of Finance*. – 1974. – Vol. 24. – P. 133-140.

167. Schiff, M. Credit and Inventory Management – Separate or Together // *Financial Executive*. – 1972. – Vol. 40. – P. 28-33.

168. Schroeder, R.G. Return on Investment as a Criterion for Inventory Models / R.G. Schroeder, R. Krishnan // *Decision Science*. – 1976. – Vol. 7. – P. 697-704.

169. Schroeder, R.G. Return on Investment as a Criterion for Inventory Models: a reply / R.G. Schroeder, R. Krishnan // *Decision Science*. – 1978. – Vol. 6. – P. 744.

170. Scott, J. The Probability of Bankruptcy: A Comparison of Empirical Predictions and Theoretical models // *Journal of Banking & Finance*. – 1981. – Vol. 5. – P. 317-344.

171. Silver, E.A. A heuristic for selecting lot size quantities for the case of a deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment / E.A. Silver, H.C. Meal // *Production and Inventory Management*. – 1973. – Vol. 14. – P. 64-74.

172. Sprenkle, C.M. The Precautionary Demand for Broad and Narrow Money / C.M. Sprenkle, M.H. Miller. // *Economica*. – 1980. – Vol. 47 – P. 407-421.

173. Sriram, S.S. Theory of Demand for Money: a Survey of Literature // *The Indian Economic Journal*. – 2001. – Vol. 49, № 1. – P. 103-115.

174. Swenseth, S.R. Estimating freight rates for logistics decisions / S.R. Swenseth, M.R. Godfrey // *Journal of Business Logistics*. – 1996. – Vol. 17, № 1. – P. 213–231.

175. Swenseth, S.R. Incorporating transportation costs into inventory replenishment decisions / S.R. Swenseth, M.R. Godfrey // *International Journal of Production Economics*. – 2002. – Vol. 77, № 2. – P. 113–130.

176. Taffler, R.J. Going, Going, Gone, Four Factors Which Predict / R.J. Taffler, H.J. Tisshaw // *Accountancy*. – 1977. – Vol. 88, № 1003. – P. 50-52 and 54.

177. Taffler, R.J. Empirical Models for the Monitoring of UK Corporations // *Journal of Banking and Finance*. – 1977. – Vol. 8 – P. 199-227.

178. Tate, T.B. In Defense of the Economic Batch Quantity // *Operational Research Quarterly*. – 1966. – Vol. 15, № 4. – P. 329-339.

179. Tersine, R.J. Lot size optimization with quantity and freight rate discounts / R.J. Tersine, S. Barman // *Logistics and Transportation Review*. – 1991. – Vol. 27, № 4. – P.319–332.

180. Thompson ,H.E. Inventory Management and capital budgeting: a pedagogical note // *Decision Sciences*. – 1975. – Vol. 6. – P. 383-398.

181. Thorstenson, A. Capital Costs in Inventory Models – A Discounted Cash Flow Model. – Sweden, Linköping: Production-Economic Research – 1988. – 302 p.

182. Tobin, J. The Interest-Elasticity of Transactions Demand for Cash // *The Review of Economics and Statistics*. – 1956. – Vol. 38, № 3. – P. 241-247.
183. Trietsch, D. Revisiting ROQ: EOQ for Company-wide ROI Maximization // *Journal of the Operational Research Society*. – 1995. – Vol. 46. – P. 507-515.
184. Tsiang, S.C. The Precautionary Demand for Money: An Inventory Theoretical Analysis // *Journal of Political Economy*. – 1969. – Vol. 77, № 1. – P. 99-117.
185. Van der Laan, E. Average Costs versus Net Present Value: a comparison for multi-source inventory models / E. Van der Laan, R. Teunter [Electronic resource] – ERIM report series research in management, ERS-2000-47-LIS – Mode of access: <http://www.eur.nl/WebDOC/doc/erim/erimrs20001106105334.pdf>
186. Van Eijs, M.J.G. Analysis and Comparison of two Strategies for Multi-item Inventory Systems with Joint Replenishment Costs / M.J.G. Van Eijs, R.M.J. Heuts, J.P.C. Kleijnen // *European Journal of Operational Research*. – 1992. – Vol. 59. – P. 405-412.
187. Veinott, A.F. Minimum Concave Cost Solution of Leontieff Substitution Models of Multi-Facility Inventory Systems // *Operations Research*. – 1969. – Vol. 17. – P. 267-291.
188. Wagner, H. Dynamic Version of the Economic Lot Size Model / H. Wagner, T.M. Whitin // *Management Science*. – 1958. – Vol. 5. – P. 89-96.
189. Ward, S.C. Inventory Control and Trade Credit – A Reply to Daellenbach / S.C. Ward, C.B. Chapman. // *Journal of the Operational Research Society*. – 1987. – Vol. 38, № 11. – P. 1081-1084.
190. Whalen, E.L. A Rationalization of the Precautionary Demand for Cash // *The Quarterly Journal of Economics* – 1966. – Vol. 80. – P. 314-324.
191. Wilderman, R.E. An efficient Optimal Solution Method for the Joint Replenishment Problem / R.E. Wilderman, J.B.G. Frenk, R. Dekker // *European Journal of Operational Research*. – 1997. – Vol. 99. – P. 433-444.
192. Wilson, R.H. A Scientific Routine for Stock Control // *Harvard Business Review*. – 1934. – Vol. 13, № 2. – P. 116-128.
193. Wrightsman, D. Optimal Credit Terms for Accounts Receivable // *Quarterly Review of Economics and Business*. – 1969. – Vol. 9, № 2. – P. 59-66.
194. Zangwill, W.I. A Deterministic Multiproduct, Multifacility Production and Inventory Model // *Operations Research*. – 1966. – Vol. 14. – P. 486-507.
195. Zhao, Q.H. Model and algorithm of an inventory problem with the consideration of transportation cost / Q.H. Zhao, S.Y. Wang, K.K. Lai, G.P. Xia // *Computers & Industrial Engineering*. – 2004. – Vol. 46, № 2. – P. 389–397.

Принятые сокращения

CLSP – The Capacitated Lot-sizing and Scheduling Problem, ограниченная задача определения и планирования объема заказа;

DLS – Dynamic Lot Sizing, динамический объем заказа;

DLSP – The Discrete Lot-Sizing and Scheduling Problem, дискретная задача определения и планирования объема заказа;

EOQ – Economic Order Quantity, экономичный размер заказа;

EOQJR – Economic Order Quantity with Joint Replenishment, экономичный размер заказа при совместном пополнении запасов;

EPQ – Economic Production Quantity, экономичная производственная партия;

ERP – Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия;

ETQ – Economic Transportation Quantity, экономичная транспортная партия;

FRP – Financial Requirement Planning, планирование финансовых потребностей;

JIT – just-in-time, “точно в срок”;

LPJS – Multi-item dynamic lot-sizing problem with joint set-up costs, многопродуктовая динамическая задача определения объема заказа с учетом совместных издержек наладки;

LUC – Least Unit Cost, наименьшие удельные издержки;

MRP – Material Requirement Planning, планирование потребностей в материалах;

MRP II – Manufacturing Resources Planning, планирование производственных ресурсов;

POQ – Period Order Quantity, периодический размер заказа;

PPB – Part Period Balancing, уравнивание по периодам;

RP – Recurements/resourse planning, планирование потребностей/ресурсов;

SCM – Supply Chain Management, управление логистической цепью;

SMA – Silver-Meal algorithm, Сильвер-Миел алгоритм;

WW – Wagner-Whitin, Вагнер-Витин

Термины и определения

Внеоборотные активы – активы, которые не предназначены для перепродажи, или активы с жизненным циклом более одного года, которые не могут быть быстро переведены в денежные средства без нарушения нормальной деятельности организации.

Готовая продукция – изделия, отвечающие требованиям стандартов и техническим условиям, принятые отделом технического контроля и сданные на склад готовой продукции.

Дебиторская задолженность – сумма долгов, причитающихся предприятию, от юридических или физических лиц в итоге хозяйственных взаимоотношений с ними. Обычно долги образуются от продаж в кредит или в связи с получением авансов от покупателей и заказчиков.

Денежные средства – наиболее ликвидная часть текущих активов. К денежным средствам относятся деньги в кассе, на расчетных и специальных счетах в банках (в т.ч. депозитные счета), валютные счета, краткосрочные финансовые вложения (ценные бумаги, предоставленные займы).

Краткосрочные обязательства, текущие пассивы – денежные средства, временно привлеченные предприятием, учреждением, организацией и подлежащие возврату соответствующим физическим или юридическим лицам. Обычно краткосрочные обязательства составляют банковские кредиты и прочие займы, неосуществленные платежи поставщикам за отгруженные товары, неоплаченные налоги, невыплаченная начисленная заработная плата, невнесенные страховые взносы, неоплаченные долги.

Незавершенное производство – это предметы труда, которые находятся непосредственно в процессе производства и подвергаются обработке. По существу это незаконченные производством изделия разной степени готовности.

Оборотные активы, текущие активы – это активы предприятия, возобновляемые с определенной регулярностью для обеспечения текущей деятельности, вложения в которые как минимум однократно оборачиваются в течение одного финансового цикла.

Сырье и материалы (материальные ресурсы) – сырье, материалы, покупные полуфабрикаты, комплектующие изделия, топливо, запасные части, т.е. товарно-материальные ценности, являющиеся предметами труда, на которые направлен труд человека с целью получения готового продукта. Предметы труда потребляются целиком и полностью переносят свою стоимость на продукт производства и заменяются после каждого производственного цикла.

Чистые оборотные активы, собственные оборотные средства, (working capital) – превышение оборотных активов над краткосрочными обязательствами.

Толкающая система – это такая организация движения материального потока, при которой материальные ресурсы подаются с предыдущей операции на последующую в соответствии с заранее сформированным жестким графиком. Материальные ресурсы «выталкиваются» с одного звена логистической системы на другое.

Тянущая система – это такая организация движения материального потока, при которой материальные ресурсы подаются («вытягиваются») на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, а поэтому жесткий график движения материального потока отсутствует. Размещение заказов на пополнение материальных запасов происходит, когда их количество достигает критического уровня.

Термин **«точно-в-срок» (just-in-time – JIT)** используется по отношению к промышленным системам, в которых перемещение изделий в процессе производства и поставки от поставщиков тщательно спланированы во времени – так, что на каждом этапе процесса следующая (обычно небольшая), партия прибывает для обработки точно в тот момент, когда предыдущая партия завершена. Отсюда и название just-in-time (точно в срок, только вовремя). В результате получается система, в которой отсутствуют любые пассивные единицы, ожидающие обработки, а также простаивающие рабочие или оборудование, ожидающие изделия для обработки.

KANBAN – система управления производством и снабжением, позволяющая реализовать принцип «точно в срок» и разработанная в Японии (фирмой "Тоета") с использованием методов логистики. Основными принципами функционирования системы являются своевременная поставка продукции заказчику, усиленный контроль за качеством продукции на всех этапах производства, тщательная наладка оборудования, исключающая выпуск брака, сокращение числа поставщиков комплектующих изделий, максимальное приближение предприятий смежников к месту расположения головного, как правило, сборочного завода.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Модели оценки вероятности банкротства Альтмана, Таффлера, Спрингейта

Индекс кредитоспособности Альтмана. Наибольшую известность получила работа западного экономиста Альтмана Э.И. (Altman E.I.) [20], разработавшего в 1968 г. с помощью аппарата мультипликативного дискриминантного анализа (MDA) методику расчета индекса кредитоспособности. Итоговый коэффициент вероятности банкротства Z рассчитывается с помощью пяти показателей, каждый из которых был наделён определённым весом, установленным статистическими методами:

$$Z_{AI} = 1.2 \cdot X_1 + 1.4 \cdot X_2 + 3.3 \cdot X_3 + 0.6 \cdot X_4 + 0.999 X_5, \quad (A.1)$$

где X_1 – доля чистого оборотного капитала в активах (отношение чистого оборотного капитала WC к общим активам TA);

X_2 – отношение нераспределенной прибыли RE к общим активам TA ;

X_3 – рентабельность активов (отношение прибыли до уплаты налогов и процентов $EBIT$ к активам общим TA);

X_4 – отношение рыночной стоимости акций предприятия MVE к заёмным средствам TL ;

X_5 – оборачиваемость активов (отношение выручки от реализации S к общим активам TA).

В зависимости от значения « Z -счёта» по определённой шкале производится оценка вероятности наступления банкротства в течение двух лет:

если $Z < 1,81$, то вероятность банкротства очень велика;

если $1,81 < Z < 2,675$, то вероятность банкротства средняя;

если $Z = 2,675$, то вероятность банкротства равна 0,5 (критическое значение);

если $2,675 < Z < 2,99$, то вероятность банкротства невелика;

если $Z > 2,99$, то вероятность банкротства ничтожна.

Точность модели Альтмана (П.3.3) составляет 95 %.

Четвёртый показатель « Z -счёта» Альтмана – отношение рыночной стоимости всех обычных и привилегированных акций акционерного общества к заёмным средствам – должен характеризовать уровень покрытия обязательств компании рыночной стоимостью её собственного капитала. Однако в условиях неразвитости вторичного рынка ценных бумаг в Беларуси у большинства организаций данный показатель теряет свой смысл. Кроме этого, в среднем величина активов компании, для которой разработан индекс кредитоспособности (A.1), составляет 100 млн. USD. Однако Альтман в 1983г. пересмотрел свой индекс кредитоспособности для частных небольших компаний [22], акции которых не котируются на бирже. Рыночная стоимость акций предприятия в показа-

теле X_4 заменена на балансовую стоимость акций. В результате Альтман получил модифицированный индекс кредитоспособности

$$Z_{A2} = 0.717 \cdot X_1 + 0.847 \cdot X_2 + 3.107 \cdot X_3 + 0.420 \cdot X_4 + 0.998 X_5, \quad (A.2)$$

где X_1, X_2, X_3, X_5 – те же показатели что и в (A.1);

X_4 – отношение балансовой стоимости акций предприятия BVE (собственный капитал предприятия EC) к заёмным средствам TL .

Если $Z < 1,21$, то компания с очевидностью может быть отнесена к потенциальным банкротам;

если $1,21 < Z < 2,90$ (зона неопределенности), вероятность банкротства средняя;

если $Z > 2,90$, то вероятность банкротства компании ничтожна.

Индекс кредитоспособности Таффлера. Широко применяемая в Великобритании модель оценки кредитоспособности [19], [46] была разработана Таффлером Р. (Taffler R.) в 1977г. так же с использованием MDA. Четырехфакторная модель Таффлера выглядит следующим образом

$$Z_T = 3.20 + 12.18 \cdot x_1 + 2.50 \cdot x_2 + 10.68 \cdot x_3 + 0.0289 \cdot x_4, \quad (A.3)$$

где x_1 – отношение прибыли до уплаты налогов EBT к текущей задолженности CL ;

x_2 – отношение текущих активов CA к заёмным средствам TL ;

x_3 – отношение текущей задолженности CL к общим активам TA ;

x_4 – отсутствие интервала кредитования, который определяется как отношение разности быстрореализуемых активов IA и текущих обязательств CL к операционным издержкам за вычетом амортизации, дн.

Если $z < 0$, то существует риск банкротства компании;

если $z > 0$, то риск банкротства компании отсутствует.

Точность модели Таффлера (A.3) составляет 97.5 %.

Индекс кредитоспособности Спрингейта. Спрингейт Г.Л.В. (Springate G.L.V.) [26] предложил в 1978г. четырехфакторную систему для оценки финансового состояния предприятий Канады с целью диагностики банкротства. Спрингейт Г.Л.В. применил MDA для выбора из 19 финансовых коэффициентов 4, которые наиболее полно отражают различие между банкротами и стабильными предприятиями. Модель Спрингейта имеет следующую форму.

$$Z_S = 1.03 \cdot X_1 + 3.07 \cdot X_2 + 0.66 \cdot X_3 + 0.40 \cdot X_4, \quad (A.4)$$

где X_1 – отношение чистого оборотного капитала WC к общим активам TA ;

X_2 – отношение прибыли до уплаты налогов и процентов $EBIT$ к общим активам TA ;

X_3 – отношение прибыли до уплаты налогов EBT к текущей задолженности CL ;

X_4 – отношение выручки от реализации S к общим активам TA .

Если $Z < 0.867$, то существует риск банкротства компании;

если $Z > 0.867$, то риск банкротства компании отсутствует.

Точность модели Спрингейта (А.4) для небольших компаний (средний размер активов составляет 2.5 млн. USD) 88%, для крупных компаний (средний размер активов составляет 63.4 млн. USD) 83.3%.

Ключевые параметры моделей оценки вероятности банкротства Альтмана, Таффлера, Спрингейта

Общие активы:

$$\overline{TA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = LTA + \overline{CA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \quad (\text{Б.1})$$

Оборотные активы:

$$\begin{aligned} \overline{CA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = OCA + \overline{AR} + Dp + \overline{IS}(Q, s) + \\ + \overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \end{aligned} \quad (\text{Б.2})$$

Быстрореализуемые активы:

$$\overline{IA}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = Dp + \overline{CB}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \quad (\text{Б.3})$$

Общие обязательства:

$$\overline{TL}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = LTD + \overline{CL}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \quad (\text{Б.4})$$

Текущие обязательства:

$$\overline{CL}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \overline{NFL}(T^{NFL}, T^{AR}) + \overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \quad (\text{Б.5})$$

Прибыль до уплаты налогов и процентов:

$$\begin{aligned} \overline{EBIT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) = \overline{EBT}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) + \\ + \overline{LC}(Q, s, T^{AR}, T^{NFL}, Dp) \cdot R_{lc} \end{aligned} \quad (\text{Б.6})$$

Определение продолжительности технологического цикла

В.1 При последовательном движении партии продукции по операциям технологического процесса

$$T_T^{носл}(Q_m) = \sum_{i=1}^m t_i(Q_i) = \sum_{i=1}^m (Q_i \cdot t_i^{uu} + t_i^{n3}) = Q_m \cdot \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i^{uu}}{\prod_{j=i}^m n_{jj+1}} \right) + \sum_{i=1}^m t_i^{n3} = \quad (B.1)$$

$$= \alpha_{носл} \cdot Q_m + \beta_{носл}$$

где $t_i(Q_i)$ – продолжительность выполнения i -ой операции (3.14);

t_i^{uu} – норма штучного времени на выполнение i -ой операции;

t_i^{n3} – норма подготовительно заключительного времени для i -ой операции;

pr_i – интенсивность (количество продукции, выпускаемой в единицу времени) i -ой операции в натуральных единицах измерения $pr_i(Q_i) = \frac{Q_i}{Q_i \cdot t_i^{uu} + t_i^{n3}}$;

Q_i – размер производственной партии для i -ой операции в натуральных единицах измерения;

n_{ii+1} – количество единиц незавершенного производства после i -ого процесса используемых для производства одной единицы незавершенного производства процесса № $i+1$.

$$n_{mm+1}=1; \alpha_{носл} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i^{uu}}{\prod_{j=i}^m n_{jj+1}} \right); \beta_{носл} = \sum_{i=1}^m t_i^{n3}.$$

В.2 При параллельном движении партии продукции по операциям технологического процесса

$$T_T^{нап}(Q_m) = (Q_l - q_l) \cdot t_l^{ук}(Q_l) + \sum_{i=1}^m q_i \cdot t_i^{ук}(Q_i) = (Q_l - q_l) \cdot t_l^{uu} + \sum_{i=1}^m (q_i \cdot t_i^{uu} + t_i^{n3}) = \frac{(Q_m - q_m) \cdot t_l^{uu}}{\prod_{j=1}^{m-1} n_{jj+1}} + \sum_{i=1}^m q_i \cdot t_i^{uu} + \sum_{i=1}^m t_i^{n3} = \alpha_{нап} \cdot Q_m + \beta_{нап} \quad (B.2)$$

где $t_i^{ук}$ – норма времени на выполнение i -ой операции (штучно-калькуляционная норма) над единицей продукции $t_i^{ук}(Q_i) = t_i^{uu} + \frac{t_i^{n3}}{Q_i}$;

t_l^{um} – норма времени на выполнение максимальной по продолжительности операции над единицей продукции;

l – индекс максимальной по продолжительности операции;

q_i – размер транспортной (передаточной партии) для i -ой операции в натуральных единицах измерения.

$$\alpha_{nap} = \frac{t_l^{uu}}{\prod_{j=l} n_{jj+1}}; \beta_{nap} = \frac{q_m \cdot t_l^{uu}}{\prod_{j=l} n_{jj+1}} + \sum_{i=1}^m q_i \cdot t_i^{uu} + \sum_{i=1}^m t_i^{n3}.$$

В.3 При параллельно-последовательном движении партии продукции по операциям технологического процесса

$$\begin{aligned} T_T^{nn}(Q_m) &= \sum_{i=1}^m t_i(Q_i) - \sum_{i=1}^m (Q_i^{min} - q_i^{min}) \cdot t_i^{um,min} = \\ &= \sum_{i=1}^m (Q_i \cdot t_i^{uw} + t_i^{n3}) - \sum_{i=1}^{m-1} ((Q_i^{min} - q_i^{min}) \cdot t_i^{u,min}) = \\ &= Q_m \cdot \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i^{uw}}{\prod_{j=i} n_{jj+1}} - \frac{t_i^{u,min}}{\prod_{j=i} n_{jj+1}^{min}} \right) + \sum_{i=1}^m t_i^{n3} + \sum_{i=1}^{m-1} q_i^{min} \cdot t_i^{u,min} = \alpha_{nn} \cdot Q_m + \beta_{nn}, \end{aligned} \quad (B.3)$$

где $t_i^{um,min}$ – наименьшая норма времени между парой $i, i+1$ смежных операции; min – индекс наименьшей по продолжительности операции из пары $i, i+1$ смежных операций.

$$\alpha_{nn} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i^{uu}}{\prod_{j=i} n_{jj+1}} - \frac{t_i^{u,min}}{\prod_{j=i} n_{jj+1}^{min}} \right); \beta_{nn} = \sum_{i=1}^m t_i^{n3} + \sum_{i=1}^{m-1} q_i^{min} \cdot t_i^{u,min}.$$

Функции распределения вероятностей запасов для многоуровневой многопродуктовой системы при детерминированном спросе

Г.1 Распределение вероятностей запаса незавершенного производства и готовой продукции
при условии $pr_{cp}(Q_m) > d$

$$f_{IS}^{WIP+FG}(IS) = \begin{cases} \frac{1}{ce \cdot Q_m \cdot \left(1 - \frac{d}{pr_{cp}(Q_m)}\right)} & \text{если } ce \cdot \tau(Q_m) \cdot d \leq IS \leq ce \cdot \left[Q_m \cdot \left(1 - \frac{d}{pr_{cp}(Q_m)}\right) + \tau(Q_m) \cdot d \right] \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (\Gamma.1)$$

Г.2 Распределение вероятностей запаса материальных ресурсов

$$f_{IS}^{RM}(IS) = \begin{cases} H(Q_0) \cdot \frac{IS}{c_0 \cdot s} & \text{если } 0 \leq IS < c_0 \cdot s \\ H(Q_0) & \text{если } c_0 \cdot s \leq IS < c_0 \cdot Q_0 \\ H(Q_0) \cdot \frac{c_0 \cdot (s + Q_0) - IS}{c_0 \cdot s} & \text{если } c_0 \cdot Q_0 \leq IS \leq c_0 \cdot (s + Q_0) \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (\Gamma.2)$$

где $H(Q_0) = \frac{1}{c_0 \cdot Q_0}$.

Г.3 Распределение вероятностей дополнительного запаса готовой продукции

а) при сбыте партиями одинаковой величины

$$f_{IS}^{FG}(IS) = \begin{cases} \frac{1}{ce \cdot Q_{c\bar{o}}} & \text{если } 0 \leq IS \leq ce \cdot Q_{c\bar{o}}, \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (\Gamma.3)$$

б) при сбыте партиями различной величины

$$f_{IS}^{FG}(IS) = \begin{cases} H(Q_{c\bar{o}}) & \text{если } 0 \leq IS < ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{min} \\ H(Q_{c\bar{o}}) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot (IS - ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{min})^2}{(ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{max} - ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{min})^2} \right) & \text{если } ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{min} \leq IS < ce \cdot Q_{c\bar{o}} \\ H(Q_{c\bar{o}}) \cdot \frac{2 \cdot (IS - ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{max})^2}{(ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{max} - ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{min})^2} & \text{если } ce \cdot Q_{c\bar{o}} \leq IS \leq ce \cdot Q_{c\bar{o}}^{max} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (\Gamma.4)$$

где $H(Q_{c\bar{o}}) = \frac{1}{ce \cdot Q_{c\bar{o}}}$, $Q_{c\bar{o}} = \frac{Q_{c\bar{o}}^{max} + Q_{c\bar{o}}^{min}}{2}$.

Функции распределения вероятностей запасов для многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе

Д.1 Распределение вероятностей запаса незавершенного производства и готовой продукции

при условии $pr_{cp}(Q_m) > \bar{d}$

$$f_{IS}^{WIP+FG}(IS) = \begin{cases} \frac{1}{H_{cp}(Q_m)} & \text{если } s_{c\bar{o}}(Q_m) \leq IS < H_{max}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m) \\ \frac{1}{H_{cp}(Q_m)} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot (IS - H_{max}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m))^2}{(H_{min}(Q_m) - H_{max}(Q_m))^2} \right) & \text{если } H_{max}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m) \leq IS < H_{cp}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m) \\ \frac{1}{H_{cp}(Q_m)} \cdot \frac{2 \cdot (IS - H_{min}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m))^2}{(H_{min}(Q_m) - H_{max}(Q_m))^2} & \text{если } H_{cp}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m) \leq IS \leq H_{min}(Q_m) + s_{c\bar{o}}(Q_m) \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (Д.1)$$

где $H_{cp}(Q_m) = ce \cdot (pr_{cp} \cdot T_u(Q_m) - \bar{d}_{T_u}(Q_m))$, $H_{min}(Q_m) = ce \cdot (pr_{cp} \cdot T_u(Q_m) - d_{T_u}^{min}(Q_m))$,

$H_{max}(Q_m) = ce \cdot (pr_{cp} \cdot T_u(Q_m) - d_{T_u}^{max}(Q_m))$, $\bar{d} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$, $s_{c\bar{o}}(Q_m) = ce \cdot d_{\tau}^{max}(Q_m)$.

Д.2 Распределение вероятностей запаса материальных ресурсов

$$f_{IS}^{RM}(IS) = \begin{cases} H(Q_0) \cdot \frac{IS}{c_0 \cdot (d_L^{max} - d_L^{min})} & \text{если } c_0 \cdot (s - d_L^{max}) \leq IS < c_0 \cdot (s - d_L^{min}) \\ H(Q_0) & \text{если } c_0 \cdot (s - d_L^{min}) \leq IS < c_0 \cdot (s - d_L^{max} + Q_0) \\ H(Q_0) \cdot \frac{c_0 \cdot (s - d_L^{min} + Q_0) - IS}{c_0 \cdot (d_L^{max} - d_L^{min})} & \text{если } c_0 \cdot (s - d_L^{max} + Q_0) \leq IS \leq c_0 \cdot (s - d_L^{min} + Q_0) \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}, \quad (\text{Д.2})$$

где $H(Q_0) = \frac{1}{c_0 \cdot Q_0}$.

Функции распределения вероятностей величин дебиторской и кредиторской задолженности для многоуровневой многопродуктовой системы при стохастическом спросе

Можно взять за основу нормальное распределение вероятностей однодневного спроса (Е.1).

$$f_{hj}^d(d_{hj}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(d_{hj})}} \cdot e^{-\frac{(x - \bar{d}_{hj})^2}{2 \cdot V(d_{hj})}}, \quad (\text{Е.1})$$

где \bar{d}_{hj} – математическое ожидание для распределения (Д.1);

$V(d_{hj})$ – дисперсия для распределения (Д.1).

Предположив также, что и величина периода расчетов с заказчиками T_{3j}^{AR} подчиняется нормальному закону распределения

$$f_{3j}^{T_{AR}}(T_{3j}^{AR}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(T_{3j}^{AR})}} \cdot e^{-\frac{(x - \bar{T}_{3j}^{AR})^2}{2 \cdot V(T_{3j}^{AR})}}, \quad (\text{Е.2})$$

где \bar{T}_{3j}^{AR} – математическое ожидание для распределения (Е.2);

$V(T_{3j}^{AR})$ – дисперсия для распределения (Е.2).

Учитывая выражение (2.4) для определения дебиторской задолженности, можно записать

$$\begin{aligned} f_{3j}^{AR}(AR_{3j}) &= f_{3j}^d(d_{3j}) \cdot f_{3j}^{T_{AR}}(p_{3j} \cdot T_{3j}^{AR}) = \\ &= \int_0^{\infty} \left[\frac{f_{3j}^d(d_{3j})}{d_{3j}} \cdot f_{3j}^{T_{AR}}\left(\frac{p_{3j} \cdot T_{3j}^{AR}}{d_{3j}}\right) \right] d(d_{3j}) \end{aligned} \quad (\text{Е.3})$$

В результате получаем распределение вероятностей, которое отличается от нормального распределения с математическим ожиданием \overline{AR}_{3j} и дисперсией $V(AR_{3j})$.

$$\overline{AR}_{3j} = p_{3j} \cdot \bar{d}_{3j} \cdot \bar{T}_{3j}^{AR} \quad (\text{Е.4})$$

$$V(AR_{3j}) = (p_{3j})^2 \times \\ \times \left(\left(V(d_{3j}) + (\bar{d}_{3j})^2 \right) \cdot \left(V(T_{3j}^{AR}) + (\bar{T}_{3j}^{AR})^2 \right) - (\bar{d}_{3j})^2 \cdot (\bar{T}_{3j}^{AR})^2 \right) \quad (E.5)$$

Учитывая выражение (2.5) для распределения вероятностей величины дебиторской задолженности, получим в результате некоторое распределение вероятностей, близкое к нормальному распределению следующего вида

$$f_{AR}(AR) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(AR)}} \cdot e^{-\frac{(x - \overline{AR})^2}{2 \cdot V(AR)}}, \quad (E.6)$$

где \overline{AR} – математическое ожидание для распределения (E.6), определяется при помощи выражения (2.6);

$V(AR)$ – дисперсия для распределения (E.6).

$$V(AR) = V(AR_0) + \sum_{j=1}^{k_3} V(AR_{3j}) \quad (E.7)$$

Предположим также, что и величина периода отсрочки платежей T_{1j}^{NFL} подчиняется нормальному закону распределения

$$f_{1j}^{T_{1j}^{NFL}}(T_{1j}^{NFL}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(T_{1j}^{NFL})}} \cdot e^{-\frac{(x - \overline{T_{1j}^{NFL}})^2}{2 \cdot V(T_{1j}^{NFL})}}, \quad (E.8)$$

где $\overline{T_{1j}^{NFL}}$ – математическое ожидание для распределения (E.8);

$V(T_{1j}^{NFL})$ – дисперсия для распределения (E.8).

Учитывая выражение (2.10) для определения кредиторской задолженности, можно записать

$$f_{1j}^{LS}(LS_{1j}) = f_{1j}^d(d_{1j}) \cdot f_{1j}^{T_{1j}^{NFL}}(c_{1j} \cdot T_{1j}^{NFL}) = \\ = \int_0^{\infty} \left[\frac{f_{1j}^d(d_{1j})}{d_{1j}} \cdot f_{1j}^{T_{1j}^{NFL}} \left(\frac{c_{1j} \cdot T_{1j}^{NFL}}{d_{1j}} \right) \right] d(d_{1j}) \quad (E.9)$$

В результате получаем распределение вероятностей, которое отличается от нормального распределения, с математическим ожиданием \overline{LS}_{1j} и дисперсией $V(LS_{1j})$.

$$\overline{LS}_{1j} = c_{1j} \cdot \bar{d}_{1j} \cdot \bar{T}_{1j}^{NFL} \quad (\text{E.10})$$

$$V(LS_{1j}) = (c_{1j})^2 \times \left(\left(V(d_{1j}) + (\bar{d}_{1j})^2 \right) \cdot \left(V(T_{1j}^{NFL}) + (\bar{T}_{1j}^{NFL})^2 \right) - (\bar{d}_{1j})^2 \cdot (\bar{T}_{1j}^{NFL})^2 \right) \quad (\text{E.11})$$

Учитывая выражение (2.14) для распределения вероятностей величины кредиторской задолженности, получим в результате некоторое распределение вероятностей близкое к нормальному распределению следующего вида

$$f_{NFL}(NFL) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot V(NFL)}} \cdot e^{-\frac{(x - \overline{NFL})^2}{2 \cdot V(NFL)}}, \quad (\text{E.12})$$

где \overline{NFL} – математическое ожидание для распределения (2.15), определяется при помощи выражения (E.12);

$V(NFL)$ – дисперсия для распределения (E.12).

$$V_{NFL}(T^{NFL}) = \sum_{j=1}^{k_l} V(LS_{1j}) + V(TaD) + V(ASI) + V(AW) + V(OD) \quad (\text{E.13})$$

Научное издание

**Кочурко Анатолий Николаевич
Антонюк Ярослав Степанович
Кочурко Павел Анатольевич**

**КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ
НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

*Рекомендовано к изданию Советом Брестского
государственного технического университета*

Ответственный за выпуск **Антонюк Я.С.**
Редактор **Строкач Т.В.**
Компьютерная верстка **Боровикова Е.А.**
Корректор **Никитчик Е.В.**

Лицензия № 02330/0549435 от 8.04.2009 г.
Подписано к печати 29.07.2010 г. Бумага «Снегурочка».
Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. п. л. 10,2. Уч.-изд. л. 11,0. Тираж 100 экз. Заказ № 785.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.