

# Производство с невероятной скоростью

Улучшение  
финансовых результатов  
предприятия

H. Willam Dettmer  
Eli Schragenheim

# **Manufacturing at Warp Speed**

**Optimizing Supply Chain  
Financial Performance**

CRC PRESS

Уильям Детмер  
Эли Шрагенхайм

# Производство с невероятной скоростью

Улучшение финансовых  
результатов предприятия

*Перевод с английского*



МОСКВА • 2009

УДК 65.011  
ББК 65.291.21  
Д38

Издано при содействии ООО ИФК «Солвер»

Переводчик О. Наливайко  
Научный редактор Н. Амид  
Редактор М. Суханова

### Детмер У.

Д38 Производство с невероятной скоростью: Улучшение финансовых результатов предприятия / Уильям Детмер, Эли Шрагенхайм; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишерз, 2009. — 330 с.

ISBN 978-5-9614-1047-1

Повышение эффективности производства — насущная задача практически каждого российского предприятия. Согласно теории ограничений Голдратта, чтобы улучшить производительность, следует прежде всего устранить системные ограничения — узкие места, которые тормозят производственный процесс. Авторы книги предлагают опробованный на практике метод оптимизации производства, не предполагающий дополнительных инвестиций и позволяющий выявить резервы для увеличения выпуска и при этом избежать нехватки и излишка готовой продукции. Также описывается техника расчета эффективности на основе финансовых показателей теории ограничений.

Прилагаемая к книге программа-симулятор дает возможность проверить действенность предложенных методов на моделях условных предприятий.

Книга будет интересна руководителям всех уровней, предпринимателям, а также преподавателям и студентам организационно-управленческих специальностей.

УДК 65.011  
ББК 65.291.21

*Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу [lib@nonfiction.ru](mailto:lib@nonfiction.ru).*

ISBN 978-5-9614-1047-1 (рус.)  
ISBN 1-57444-293-7 (анг.)

© Е. Schragenheim, H.W. Dettmer, 2001  
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Паблишерз», 2009  
Издано по лицензии CRC Press, подразделения  
Taylor & Francis Group LLC

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие к русскому изданию.....</b>	<b>13</b>
<b>Введение .....</b>	<b>15</b>
Каковы наши требования к решению? .....	20
Четыре части .....	21
Что вы узнаете из этой книги.....	22
<b>ЧАСТЬ 1. УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ.....</b>	<b>23</b>
<b>Глава 1. Системное мышление как основа теории</b>	
<b>ограничений .....</b>	<b>25</b>
Система и процесс.....	25
Рабочий процесс и организационная структура .....	26
Субоптимизация .....	27
Локальный оптимум и оптимум системы.....	28
Система как цепь .....	29
Производственная цепь .....	30
Расширенная производственная цепь.....	31
Неистребимость ограничений .....	32
Почему важно знать ограничение системы.....	32
<b>Глава 2. Принципы и инструменты теории ограничений .....</b>	<b>33</b>
Первое допущение управления ограничениями .....	34
Второе допущение управления ограничениями.....	35
Третье допущение управления ограничениями .....	35
Аналогия с самолетом.....	36
«Эффект Нерона».....	37
Следствия третьего допущения .....	38
Подход теории ограничений к управлению системами.....	40
Пять направляющих шагов.....	41
Подход ТОС: резюме .....	46
Пять направляющих шагов: выводы .....	47

<b>Глава 3. Оценка успеха системы .....</b>	<b>48</b>
Оценка оперативных решений: традиционный подход .....	48
Оценка оперативных решений: подход ТОС .....	49
Соотношение между T, I, OE и традиционными показателями эффективности бизнеса .....	51
Приоритеты .....	52
T, I и OE: пример .....	55
Учет по генерируемому доходу (по ограничениям) .....	57
<b>Глава 4. Инструменты управления ограничениями.....</b>	<b>58</b>
Типы ограничений .....	58
Типы ограничений: примеры .....	60
Процесс логического мышления .....	62
Критическая цепь.....	63
Планирование производства с использованием метода «барабан–буфер–канат» .....	64
Вернемся к пяти направляющим шагам .....	64
<b>Глава 5. Как выполняется работа в процессе производства .....</b>	<b>66</b>
Поток типа А .....	66
Поток типа V.....	67
Поток типа I.....	68
Поток типа T.....	68
Условия производства и их специфика .....	69
Производство на заказ: предпочтительный вариант, если он осуществим.....	70
<b>ЧАСТЬ 2. ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД «БАРАБАН–БУФЕР–КАНАТ» .....</b>	<b>79</b>
<b>Глава 6. Применение теории ограничений к производственным операциям .....</b>	<b>81</b>
Простое производственное предприятие.....	82
Передаточные партии .....	90
Инъекции: разрешение Конфликта 2 .....	92
Инъекции: разрешение Конфликта 3 .....	95
Дерево будущей реальности: Завод-120 .....	96
Типовой производственный конфликт .....	100
<b>Глава 7. Традиционный метод «барабан–буфер–канат» .....</b>	<b>103</b>
Что делает ББК .....	104
Чего ББК не делает.....	105

Некоторые из основных принципов ББК.....	105
Принципы производственного планирования в ББК.....	106
Основные понятия ББК.....	106
Конфликт контроля: детализировать или не детализировать? .....	108
Буферы: традиционный ББК .....	109
Разрешение конфликта контроля.....	122
Управление не-ограничениями при использовании метода ББК.....	124

## **Глава 8. Традиционное управление буферами:**

<b>механизм контроля ББК.....</b>	<b>125</b>
Концепция буфера.....	125
Буферы как механизм управления.....	126
Буферы ББК: три зоны .....	127
Дыры в буфере.....	128
Отражение дыр в буфере в основном плане производства.....	130
Зоны буфера: пример с буфером POM .....	132
Три преимущества управления буферами .....	134
Как воспользоваться преимуществами управления буферами .....	135
Выявление вновь возникшего ограничения: пример .....	136

## **Глава 9. Метод ББК и системы MRP.....**

Достоинства MRP .....	138
Недостатки MRP .....	138
Нежелательные правила, навязываемые MRP-системами .....	139
Как преодолеть недостатки MRP-систем .....	141
Время опережения и очереди в MRP.....	142
Устанавливаем канат .....	143
Проблемы реализации ББК в рамках MRP-систем .....	143
Специализированные программы для ББК и динамические буферы .....	144
Выводы.....	145

## **ЧАСТЬ 3. УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД «БАРАБАН-БУФЕР-КАНАТ» .....**

### **Глава 10. Упрощенный метод «барабан-буфер-канат»**

<b>(УББК).....</b>	<b>149</b>
Сложности, возникающие при применении традиционного ББК ....	150
УББК: основные допущения .....	157
УББК: принципы работы.....	158
УББК: иллюстрация.....	163
Реализация упрощенного ББК.....	163

Контроль в УББК .....	169
Проблемные ситуации в УББК.....	170
Традиционный ББК и УББК: что и когда использовать? .....	171
<b>Глава 11. Контроль неопределенности и изменчивости:</b>	
<b>подход УББК.....</b>	<b>175</b>
Буферы: краткий обзор.....	175
Определение контроля.....	176
Задачи контроля красной линии (управления буфером) .....	176
Как действует контроль красной линии .....	177
Контроль красной линии для снабжения .....	178
Контроль красной линии: ограничения.....	179
Планируемая загрузка: важный источник контрольной информации .....	179
Предварительная оценка производственных мощностей как механизм контроля .....	183
Контроль в УББК: резюме .....	184
Компания ADV200: работа с УББК .....	184
ADV200: проблема.....	185
<b>Глава 12. Управление избыточными мощностями.....</b>	<b>206</b>
Избыточная мощность: что с ней делать? .....	207
Избыточная мощность: защита от чего? .....	207
Дилемма поддержания избыточной мощности.....	209
Конфликт, связанный с избыточной мощностью.....	212
Производственные правила и продолжительность производственного цикла.....	213
Избыточная мощность: новый подход .....	214
Общие причины, почему избыточные мощности остаются скрытыми .....	215
Мышление в категориях затрат и избыточная мощность .....	215
Излишек избытка .....	216
Как подготовиться к вводу дополнительных мощностей.....	217
Как выявить избыточные мощности.....	218
Выводы.....	218
<b>ЧАСТЬ 4. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ.....</b>	<b>219</b>
<b>Глава 13. Генерируемый доход как основа для принятия решений .....</b>	<b>221</b>
Проблема руководства .....	221



Сложная задача руководства .....	222
Традиционные финансовые показатели .....	223
Финансовые показатели ТОС .....	224
Связь между традиционными финансовыми показателями и показателями ТОС .....	225
Принятие решений на базе Т, I и ОЕ: пример .....	226
Расчет влияния на финансовые показатели .....	227
Логические связи между показателями .....	230
Принятие решений на базе Т, I и ОЕ: еще один пример.....	231
Решение .....	233
Как загружать РОМ и максимизировать Т без повышения ОЕ и I ....	234
Правило Т/СУ: пример .....	235
Если РОМ нет: правила принятия решений .....	236
Важные и второстепенные решения .....	236
Как определить $\Delta T$ .....	238
Как определить $\Delta O E$ и $\Delta I$ .....	239
Принятие решений в ТОС: резюме .....	240
<b>Глава 14. Метод ББК и системы ERP .....</b>	<b>241</b>
Управление в эпоху ERP.....	241
Пример: компания SMPRO .....	244
Проблемы SMPRO, связанные с информацией .....	247
Внедрение ERP-системы: основные допущения .....	248
Второе допущение ERP .....	249
Третье допущение ERP .....	251
Основания для внедрения ERP .....	251
Поддержка ТОС в ERP-системе.....	252
Управление цепями поставок.....	254
Выводы.....	256
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>258</b>
<b>Приложение А. Игра в кости.....</b>	<b>258</b>
Ситуация.....	258
Цель игры .....	259
Процесс производства жетонов.....	259
Проблема .....	259
Основные правила .....	260
Производственная ведомость .....	261
Инструкции .....	262

Итоговая отчетность .....	262
Выводы (первый круг) .....	264
Инструкции для второго круга.....	264
Третий круг (по желанию) .....	266
Общие выводы.....	268
 <b>Приложение Б. Интерактивный симулятор примеров для руководителей (MICSS).....</b>	 <b>270</b>
«Пешеходная экскурсия» по MICSS .....	271
 <b>Приложение В. Завод-120 .....</b>	 <b>300</b>
Инструкции по первому циклу.....	303
Инструкции по второму циклу.....	305
Инструкции по третьему циклу.....	308
 <b>Приложение Г. Компания ADV200 .....</b>	 <b>309</b>
Различия между ADV200 и Заводом-120.....	309
Описание компании ADV200.....	310
Инструкции по первому циклу.....	313
Инструкции по второму циклу.....	313
Указания: управление симулятором .....	315
Инструкции по третьему циклу.....	316
 <b>Литература .....</b>	 <b>318</b>
 <b>Алфавитный указатель.....</b>	 <b>321</b>

Лучше зажечь свечку, чем проклинать темноту.  
Обучать — значит вдвойне учиться.

*Жозеф Жубер*

Обучение обычно происходит в три этапа.  
На первом этапе вы учитесь правильно отвечать.  
На втором — правильно спрашивать. На третьем  
и последнем этапе — правильно определять,  
о чем надо спрашивать.



# ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

**У**важаемые читатели!  
Эта книга вышла в особенный момент. В отечественной промышленности не так давно наметился подъем, многие сектора производства стали восстанавливаться. Но ситуация снова изменилась — финансовый кризис расставил свои акценты. Кредитные ресурсы стали недоступны либо очень дороги, возник острый дефицит оборотных средств. Многие предприятия стали сокращать бюджеты развития, обосновывая это тем, что при сокращении спроса ожидать расчетной окупаемости инвестиций уже не приходится. Зачастую выбирается еще более простой способ высвобождения наличности — сокращение численности персонала. Однако эти, вроде бы очевидные, решения на деле являются ошибочными и тупиковыми. При малейшем оживлении спроса выполнять поступившие заказы будет просто некому, да и не на чем. Ситуацию можно сравнить с человеком, сидящим на диете, — его энергозатраты, конечно, минимальны, но когда придется бежать, скорее всего, в гонке победит более энергичный соперник.

Для выхода из тупика есть простой и эффективный метод, который и описан в этой книге. О теории ограничений Голдратта вышло уже несколько изданий на русском языке. Так, роман Эли Голдратта «Цель» раскрывает возможности управления по ограничениям, а работы его коллег Уильяма Детмера «Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию» и Эли Шрагенхайма «Управленческие дилеммы» описывают принципы мыслительных рассуждений для поиска верного решения.

Ценность данной книги — в четком и логичном изложении самого метода (заставляющего пересмотреть ряд принципов, ранее казавшихся незыблемыми) и особенностях его практического применения. Описанный метод не сводится к поиску возможностей экономии ресурсов, напротив — он помогает выявить резервы для увеличения выпуска, и при этом избежать нехватки или излишка готовой продукции. Он позволяет предприятиям существенно расширить рамки своих возможностей *без значительных инвестиций (что крайне важно именно в кризисные времена)*.

Для восстановления и укрепления рыночных позиций сегодня вряд ли имеет смысл использовать давно известные методы, во многом исчерпавшие свой потенциал. Экономия на издержках, бесконечные вычисления экономического объема партии, определение целевых показателей эффективности для каждого участка и борьба за их достижение — все это было многократно опробовано западными и отечественными предприятиями, которые вместо ожидаемого повышения эффективности нередко получали лишь новые проблемы. Зато, концентрируя внимание на обеспечении надежности поставок, предприятия (даже в условиях падения спроса) могут не только удержать существующих клиентов, но и, как показывает опыт, привлечь новых — в том числе «переманивая» их у конкурентов.

Перечень предприятий, с успехом применяющих описанные в книге принципы управления, содержит, в основном, зарубежные фирмы. Уверен, что в самое ближайшее время этот перечень обязательно пополнится и нашими предприятиями. На фоне спада в экономически развитых странах у нашей промышленности появился реальный шанс на прорыв, на ликвидацию отставания в достаточно короткие сроки.

В любом кризисе — не только корень проблем, но и семена успеха. Эта книга о том, как посеять семена будущих побед и дать им вырасти. Инженерно-консалтинговая компания «Солвер», накопившая за долгие годы работы разнообразный опыт в области внедрения новых методов производства и управления, будет всеми силами содействовать этому прорыву — прежде всего как партнер предприятий в построении «умного производства».

Радислав Бирбраер,  
генеральный конструктор компании «Солвер»

# ВВЕДЕНИЕ

**Д**обро пожаловать в «Производство с невероятной скоростью» — книгу о том, как успешнее выполнять свои сегодняшние задачи и как лучше подготовиться к запросам завтрашнего дня. Мы хотели бы заранее объяснить, чему вы научитесь, прочитав эту книгу. Ознакомьтесь с этим объяснением, чтобы определить, какую пользу сможет принести вам или вашей организации то, что написано дальше.

Ожидания есть не только у вас, но и у нас. Мы надеемся, что в результате прочтения этой книги вы получите:

- 1) хорошее понимание принципов теории ограничений и способов ее применения к производственным операциям в целом;
- 2) четкую картину того, как теория ограничений действует конкретно в вашем производственном процессе;
- 3) осмысленное представление о том, что необходимо предпринять в вашем производственном процессе, чтобы воспользоваться преимуществами управления ограничениями;
- 4) понимание того, какие шаги необходимо предпринять и какие препятствия преодолеть, чтобы эффективно управлять ограничениями.

Мы собираемся достичь этих результатов с помощью анализа конкретных примеров и ситуаций и специальной компьютерной программы-симулятора, которая прилагается к этой книге. Чтобы дать вам некоторое представление о том, в каком направлении нам предстоит двигаться, рассмотрим прямо сейчас один пример. Это письмо от высшего руководителя производственного предприятия президенту его крупнейшего заказчика.

Г-ну Филиппу Шеридану,  
президенту подразделения «Потребительские товары»  
Компания «Криогенная промышленность»

Дорогой Фил,

*Сотрудничество с Вашим отделом очень важно для нас. Я обещаю Вам, что те проблемы, на которые Вы жалуетесь, прекратятся. Благодарю Вас за Ваши предложения, но я полагаю, что первопричина никак не связана с расстановкой приоритетов. Никто из сотрудников подразделения «Надежные комплектующие» не ставит интересы кого-либо еще из внутренних клиентов выше Ваших — хотя у Вас и могло сложиться такое впечатление на основании последних событий. Возникшая проблема вызвана другими причинами, и в данный момент мы пытаемся ее решить. Меньше чем через месяц все это останется в прошлом.*

*Все началось около трех месяцев назад, когда Тони Морено, наш директор по производству, узнал о гибели своего брата в Милане в результате несчастного случая. Тони поехал в Италию к своим родным, чтобы вместе пережить случившееся, а спустя неделю прислал по факсу прошение об отставке, поскольку должен был взять на себя бизнес брата и обеспечивать его семью.*

*Теперь я понимаю, что всегда недооценивал Тони. Мне казалось, что он все время нервничает и уделяет слишком много внимания мелочам. Меня всегда раздражало то, что он и часа не мог просидеть в своем кабинете, а все время слонялся по цеху и когда мне нужно было с ним срочно связаться, я не мог его найти. Такое поведение свойственно и нашему новому директору по производству Артуру Хольсту, но это единственное, что объединяет его с Тони.*

*В своем письме с просьбой об отставке Тони порекомендовал мне не назначать директором по производству его заместителя Перри, а пригласить на эту должность Артура, который долго работал директором по производству, живет неподалеку и готов взяться за такую работу. К своему бесконечному сожалению, я проигнорировал совет Тони, а спустя всего месяц понял свою ошибку. Перри не подходит для этой должности — ему трудно удержать в голове большой объем информации.*

*Убедившись в правоте Тони, я позвонил Артуру Хольсту и не без удивления узнал, что ему 68 лет. Несколькоими месяцами раньше он ушел на пенсию, а до того работал в компании Broadhurst Industries, производящей мелкие электроприборы. Наше производство совершенно иное — мы собираем сложные агрегаты по индивидуальным заказам. Возможно, именно поэтому я с самого начала не хотел рассматривать кандидатуру Артура. Но все же Артур согласился работать у нас, и, чтобы не подводить таких лояльных клиентов, как Вы, я решил дать ему шанс.*

*Артур — безусловно, профессионал. Вы бы видели, как он внимательно изучал распечатки нашей MRP-системы и задавал нашим компьютерщикам очень серьезные вопросы о настройках системы и разных видах отчетности,*



которые они регулярно готовят. Очевидно, у Артура свое представление о том, как нужно управлять производством. Он пытается выделить в процессе ключевые точки для сравнительно распространенных и часто используемых деталей, чтобы отслеживать в таких точках промежуточные запасы. Он также потребовал заново рассчитать для большинства наших изделий нормы расхода материалов.

Попросту говоря, у нас происходят существенные изменения, и при этом мы прикладываем все усилия, чтобы справиться с текущим спросом. Артур уверен, что через месяц система снова обретет стабильность. Он даже утверждает, что у нас высвободятся производственные мощности за счет более экономного использования ресурсов и стратегического распределения запасов сырья и материалов внутри системы.

Фил, мы пошли Вам навстречу два года назад, когда Вам и Вашему дивизиону грозило расформирование. Теперь я прошу Вас потерпеть еще чуть-чуть. Я дал Артуру распоряжение проследить за выполнением Ваших заказов и уверен, что через несколько недель буря утихнет.

*Искренне Ваш,*

*Гарольд Фервезер, президент*

*Подразделение «Надежные комплектующие»*

*Компания «Криогенная промышленность»*

Переваривая прочитанный текст, подумайте над следующими вопросами:

1. Почему внезапный уход директора по производству привел к такому беспорядку, что генеральному директору пришлось лично извиняться перед крупными заказчиками?
2. Почему директора по производству большую часть времени проводят в цеху?
3. Как могут два профессионала в области управления производством иметь столь разное представление о работе системы? Обязательно ли это означает, что один из них прав, а другой — нет?
4. Должен ли хороший директор по производству уметь держать в голове большой объем информации?
5. Являются ли промежуточные запасы явным благом или явным злом?
6. Почему опытному директору по производству требуется несколько месяцев, чтобы стабилизировать систему?
7. Нужен ли новому директору по производству опыт работы на очень похожем предприятии, чтобы быстро добиться результатов?
8. Можно ли на самом деле высвободить скрытые резервы производительности, изменив некоторые операционные методы?
9. По каким признакам генеральный директор может судить о том, что его новый директор по производству знает, что делает?

10. Учитывая все перечисленные вопросы, можно ли считать управление производством наукой, где каждое решение может быть основано на четких правилах, или искусством, где надо полагаться на интуицию?

Применимы ли четкие правила?

Всё ли определяется интуицией?

11. Чем этот случай *отличается* от вашей ситуации? Чем он *похож* на нее?

Если бы производственные предприятия были простыми организациями, ими было бы легко управлять. Но задачу усложняют несколько факторов, которые действуют все вместе. Первый из них — огромное количество переменных различных типов. Одни переменные руководитель в состоянии контролировать, на другие он может воздействовать только косвенно, третьи вообще никак от него не зависят. Вдобавок многие из этих переменных взаимосвязаны и влияют друг на друга. Вторым фактором сложности — это степень синхронизации, необходимая для эффективной работы производства. Одни части производственного процесса сравнительно слабо связаны с предыдущими шагами, другие — очень тесно.

Наконец, любой производственной системе свойственна большая степень неопределенности. Рыночный спрос и вкусы потребителей способны сильно и подчас неожиданно меняться. Поставщики появляются и исчезают. Некоторые оказываются ненадежными, поставляют некачественный товар или срывают сроки. Внутренние операции тоже не всегда стабильны — на них вполне распространяется знаменитый закон Мерфи (если какая-нибудь неприятность может случиться, она произойдет).

На рисунках В.1а и В.1б представлено логическое дерево; оно иллюстрирует причинно-следственные связи, типичные для многих производственных предприятий. Изучите его и подумайте, насколько хорошо оно отражает ситуацию на известных вам предприятиях<sup>1</sup>.

А что можно сказать о вашем опыте? Похоже ли это дерево на то, с чем вам приходилось сталкиваться в производственных системах? Основная идея здесь такова: пока мы не поймем, какие причинно-следственные связи действуют внутри нашей системы, а также между нашей системой и внешней средой, успех будет оставаться вопросом везения. Если выживание по воле случая вас не устраивает, читайте эту книгу — в ней мы покажем вам более подходящий путь.

---

<sup>1</sup> Двигайтесь по стрелкам (снизу вверх), всякий раз вставляя слово «если» перед причиной (пронумерованным прямоугольником у нижнего конца стрелки) и слово «то» перед следствием (прямоугольником у верхнего конца той же стрелки). Овалы обозначают совместно действующие причины. Все причины, стрелки которых обведены одним овалом, следует читать через союз «и».

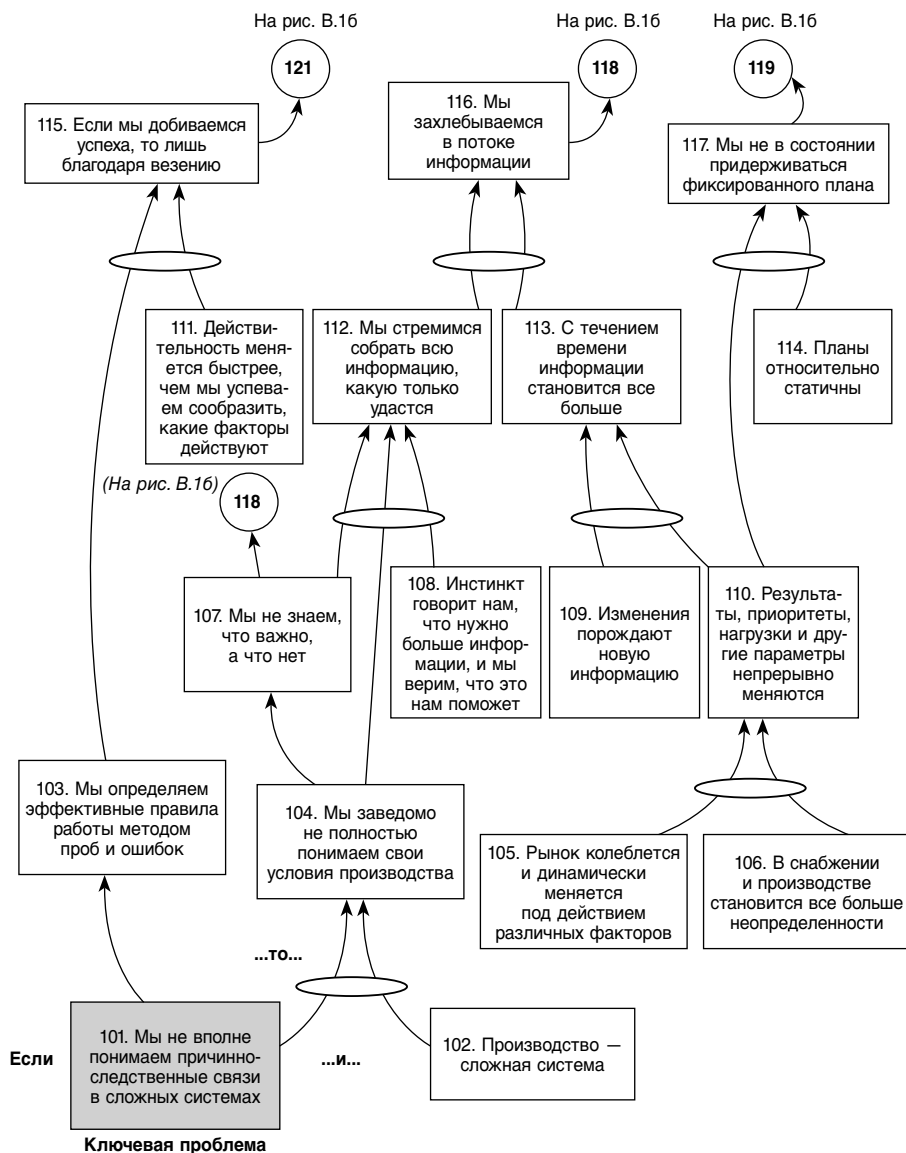
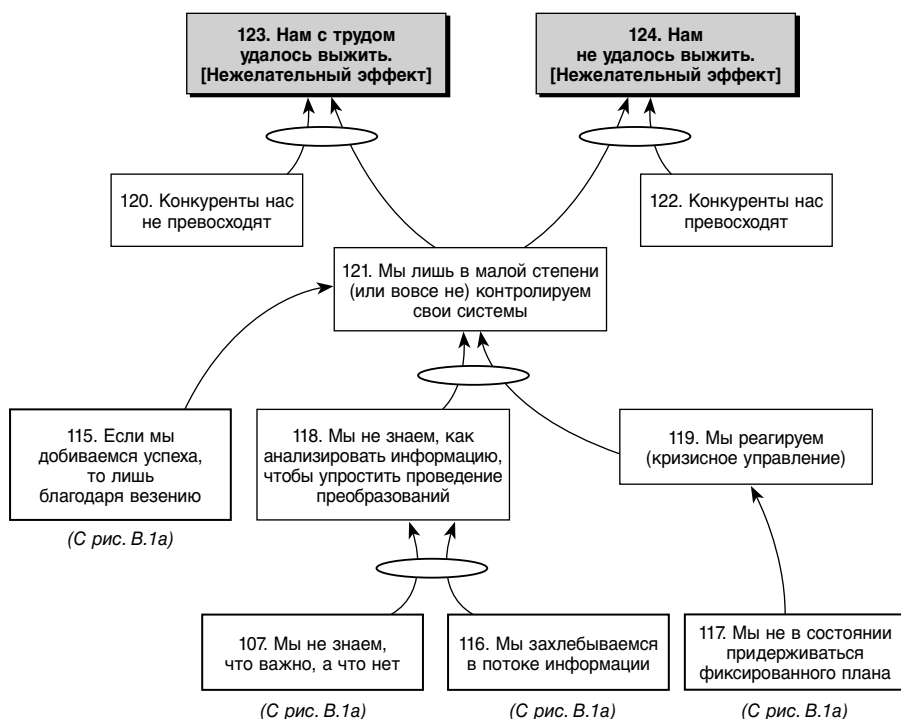


Рис. В.1а. Типичное дерево текущей реальности для производства



**Рис. В.16. Типичное дерево текущей реальности для производства**

## Каковы наши требования к решению?

Давайте на минуту предположим, что дерево, изображенное на рис. В.1а и В.1б, верно отражает ситуацию в подавляющем большинстве организаций — возможно, даже на вашем предприятии. Вы захлебываетесь в потоке информации, не можете понять, почему все происходит так, а не иначе, и постоянно вынуждены справляться с кризисными ситуациями. Иногда вам везет, и вы добиваетесь успеха, иногда нет, и вы терпите неудачу. Однако — предположим мы далее, — вы недовольны существующим положением дел и хотели бы его изменить.

В таком случае подумаем над следующим вопросом: если бы мы собрались создать идеальную методику управления производством, подходящую для большинства предприятий, как бы она выглядела? Во-первых, она, наверное, была бы *простой*, чтобы ею не слишком тяжело было пользоваться. Во-вторых, она могла бы легко поддерживаться компьютерной информационной системой — в идеале той, которая у нас уже есть, чтобы не потребовались серьезные дополнительные инвестиции.

Кроме того, мы бы хотели получить от своей методики какую-то конкретную пользу — например, реалистичное планирование. Было бы замечательно, если бы наши производственные планы в большинстве случаев *выполнялись*,

как *запланировано*, а фактические показатели не слишком отклонялись от целевых. Или, другими словами, нам нужен план, который бы учитывал *большинство* непредвиденных ситуаций и на каждый такой случай предусматривал линию поведения, позволяющую нам устоять.

Само собой, желательна максимальная *гибкость*, позволяющая при необходимости реагировать на всевозможные незапланированные отклонения, — ведь не все можно предсказать или предусмотреть при составлении плана. И, разумеется, было бы прекрасно, если бы мы сумели *повысить* производительность системы в целом, т. е. выявить у себя потенциал, позволяющий производить за то же время на 20, а то и на 50% больше, чем сегодня.

Хорошо бы заодно увеличить и скорость производства — сократить время от момента получения заказа до доставки продукции покупателю — и вообще сделать всю систему более эффективной: обеспечить максимальное использование ресурсов и максимальную отдачу именно от системы *в целом*, а не от каждого отдельного элемента.

И, наконец, мы были бы рады меньше вкладывать в товарно-материальные запасы — работать так, чтобы в любой конкретный момент времени в системе присутствовал минимальный объем незавершенного производства, а заказы клиентов выполнялись успешно и точно в срок при небольших запасах готовой продукции на складе.

Все это возможно, если посмотреть на производство с новой точки зрения, которая как раз и обеспечивает все преимущества, описанные выше. Далее мы покажем, что для успеха на ключевых направлениях нужно воспринимать производство как систему, а не как совокупность отдельных частей. Также мы рассмотрим влияние на производственную деятельность неустойчивости и неопределенности и предложим способ работы с ними.

Мы будем использовать практические примеры и настольную игру в кости, а также самую современную компьютерную программу, имитирующую фирму. С помощью этой программы вы научитесь добиваться лучшего качества работы (и управляемости) системы в целом, одновременно повышая надежность поставок. Игра в кости описывается в приложении А. Программа, называемая «Интерактивный симулятор примеров для руководителей» (MICSS), записана на компакт-диск, прилагаемый к этой книге. MICSS подробно описывается в приложении Б — там вы найдете что-то вроде экскурсии по программе. В приложениях В и Г рассматриваются два производственных сценария, с которыми вы сможете поработать в программе MICSS.

## Четыре части

Книга разделена на четыре части. В первой описываются основные принципы и понятия теории ограничений (ТОС)<sup>1</sup>. Тем из вас, кто знаком с литературой по

---

<sup>1</sup> Английское сокращение ТОС расшифровывается как «Theory Of Constraints», русское — как «Теория ограничений систем». — *Прим. перев.*

ТОС, многое из этого наверняка хорошо известно. Но, думается, вы найдете там и что-то новое для себя — по крайней мере, сможете взглянуть на привычные вещи под другим углом. В первой части рассматриваются также типы производственных потоков, обозначаемые буквами A, V, T и I, и условия производства: производство на склад/по прогнозу, производство на заказ и сборка на заказ.

Вторая часть посвящена отличиям методов ТОС от традиционных. Мы подробно разберем принципы и процедуры, относящиеся к методу управления производством в ТОС, — этот метод носит название «барабан-буфер-канат», или ББК (Drum-Buffer-Rope, DBR), — а также увидим, как можно применять существующие MRP-системы для планирования производства по методу ББК.

Третья часть, посвященная новой, упрощенной версии метода «барабан-буфер-канат» — упрощенному ББК, или УББК (Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR), — будет интересна и тем, кто хорошо знает ТОС. Мир не стоит на месте. Любая парадигма либо совершенствуется, либо устаревает.

Когда Голдратт в 1980-х гг. разработал метод «барабан-буфер-канат», в области управления производством и запасами произошел качественный скачок. Концепция УББК — первое существенное обновление этого метода за десять лет. Вы узнаете, как использовать управление ограничениями для балансировки — на самом деле для управления внешним спросом на свою продукцию, фактора, который кажется самым неуправляемым и непредсказуемым из всех. Мы также обсудим применение УББК для оптимизации производственной системы и извлечение дополнительной прибыли из избыточных производственных мощностей, которые обычно удается выявить с помощью ББК.

В четвертой части мы подробно рассмотрим концепцию системы поддержки принятия решений на основе показателя генерируемого дохода (Throughput-Based Decision Support, TBDS). Это наиболее надежный способ принятия операционных решений в сложной среде с высокой степенью неопределенности. Из последней главы вы узнаете, каким образом ТОС соотносится с системами ERP (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия) и SCM (Supply Chain Management — управление цепями поставок), и в ней мы еще раз обсудим важность синхронизации производства с маркетингом и сбытом.

## **Что вы узнаете из этой книги**

Прочитав эту книгу, вы познакомитесь с теорией ограничений и ее применением в производстве. Вы научитесь отличать важные проблемы, которые действительно требуют внимания, от второстепенных вопросов и будете четко представлять себе, что сделать, чтобы реже срывать сроки поставок, сократить производственный цикл, минимизировать товарно-материальные запасы и помочь своей компании заработать больше денег. Кроме того, у вас появится эффективный план действий по применению теории ограничений в своей организации.

ЧАСТЬ **1**

**Управление системными  
ограничениями**





# Глава 1

## СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК ОСНОВА ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ

**П**режде чем говорить о применении теории ограничений в управлении производством, необходимо сказать несколько слов о самой этой теории. Как однажды заметил Уильям Эдвардс Деминг, эффективные действия опираются на прочное теоретическое основание (см. Deming, 1986<sup>1</sup>). Теория ограничений систем (ТОС) — это совокупность знаний о системах и взаимодействии их составных частей. Она была создана израильским физиком Элияху Голдраттом, который работал над ней около десяти лет, и продолжает развиваться до сих пор. ТОС включает основные *принципы*, *инструменты* общего характера и практические *применения* этих инструментов. Принципы объясняют взаимодействие систем и определяют характер управляющих действий. Инструменты — это методы и процедуры, позволяющие приложить принципы в конкретной ситуации, а применения — реальные случаи достаточно успешного использования инструментов, подтверждающие пригодность этих инструментов для решения определенного класса проблем.

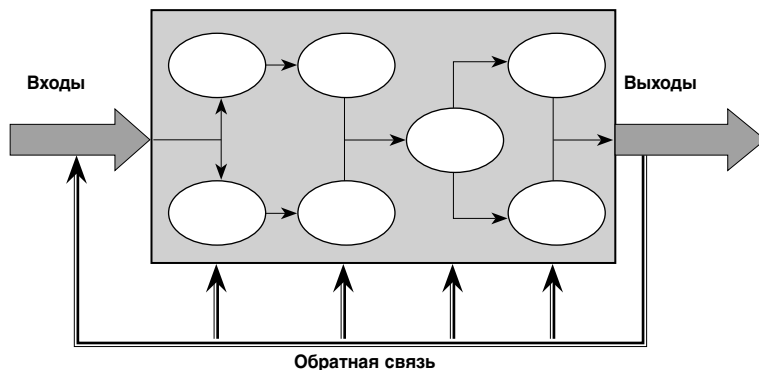
### Система и процесс

Поскольку теория ограничений построена на системном подходе, нам следует прежде всего рассмотреть понятие системы. Любая организация — коммерческая или некоммерческая, производственное предприятие или предприятие сферы услуг, государственное учреждение, учебное заведение, благотворительный фонд, социальная служба и даже семья — функционирует как *система*, а не как набор отдельных *процессов*.

---

<sup>1</sup> Подробные выходные данные всех упоминаемых публикаций приведены в списке литературы в конце книги.

В данном случае будем рассматривать систему как группу взаимосвязанных элементов, ограниченную некоторым условным барьером, так что элементы находятся «внутри», а все остальное — «снаружи» (см. рис. 1.1). Элементы действуют совместно, продвигаясь к общей для них цели. Обычно система получает извне некоторый «вход», определенным образом на него *воздействует* и выдает результат в качестве «выхода». Обычно ценность такого «выхода» (как бы она ни определялась) для внешнего мира больше, чем ценность «входа».

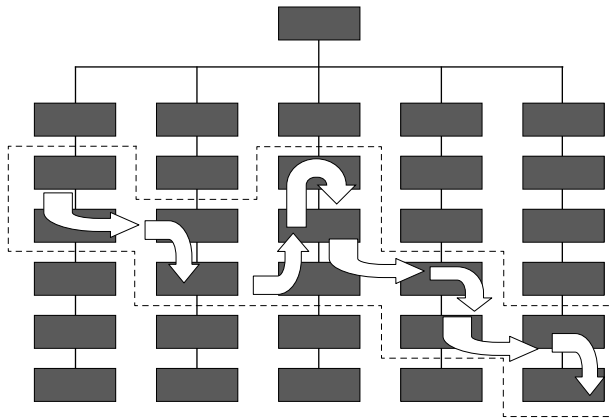


**Рис. 1.1. Общий вид системы**

В большинстве систем присутствуют те или иные средства самооценки (механизм обратной связи), которые помогают установить качество или своевременность выхода, а также понять, в каком направлении нужно совершенствовать элементы системы, ее вход или то и другое, если выход не соответствует желаемым результатам. Из-за *взаимосвязанности* компонентов системы любая попытка улучшить выход влияет на систему в целом, и это влияние необходимо учитывать. Таким образом, следует *оптимизировать систему*, а не отдельные процессы.

## Рабочий процесс и организационная структура

Когда мы пытаемся повысить эффективность системы, одна из основных сложностей, с которыми мы встречаемся, состоит в расхождении между тем, как мы *управляем* нашими организациями, и тем, как в них выполняется работа *на самом деле*. Работа обычно *переходит* от одного функционального подразделения — компонента системы — к другому, а мы традиционно рассматриваем эти компоненты (и управляем ими) по отдельности — так, как они представлены в организационной структуре (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Рабочий процесс и организационная структура**

Само по себе это не было бы проблемой, если бы не одно обстоятельство: дробление организации на функциональные подразделения создает невидимые преграды между такими направлениями, как сбыт и маркетинг, технологии, производство, склад, дистрибуция, финансы и бухгалтерия, вспомогательные службы. Как отметил Деминг, эти преграды мешают информационному обмену, необходимому подразделениям для эффективной координации усилий (см. Athey, 1982).

Каждое функциональное подразделение «работает», чтобы превратить вход системы в более ценный выход. Отделы сбыта и маркетинга стараются обеспечить максимальный спрос на товары и услуги, технологи — наилучший производственный процесс. Производственники стремятся изготовить качественную продукцию как можно скорее. Снабженцы следят за наличием на складах всего необходимого сырья и материалов, а также готовых продуктов для отправки заказчикам. Служба доставки, внутренняя или внешняя, пытается как можно быстрее отправить готовую продукцию клиенту. А финансовый отдел служит для всех «сторожевым псом эффективности» — он следит, чтобы любое действие выполнялось с минимальными затратами.

Приведенное описание характеризует сложную организацию. Одному человеку трудно отслеживать и координировать деятельность в таких разных областях, поэтому обычно мы управляем подразделениями по отдельности друг от друга, что чаще всего приводит к *субоптимизации*.

## Субоптимизация

Субоптимизация — это не что иное, как улучшение одной части системы за счет других или за счет системы в целом. Кто из нас не слышал высказываний

вроде: «Наша задача — выплыть самим, а как *они* будут выплывать — не наше дело»? В этом и заключается суть субоптимизации — люди (руководители) обычно волнуются за успех в *своей* области деятельности, не задумываясь особо об успехе остальных элементов системы.

## Локальный оптимум и оптимум системы

Если бы система на самом деле была комплексом независимых изолированных друг от друга компонентов, ею можно было бы управлять так, как описано выше. Но система в целом не может быть эффективной, если одна ее часть добивается успеха за счет другой. Организации умирают или выживают целиком, а не по частям. Однако менеджеры очень часто руководят предприятиями так, как если бы максимальная производительность системы в целом представляла собой просто сумму всех локальных показателей производительности.

Применимость этого подхода означала бы, что для управления организацией достаточно обеспечить максимальную производительность каждого подразделения в соответствии с его и только его специфическими критериями. В действительности именно так и действуют руководители большинства организаций, но этот способ управления *не является* правильным! Дело в том, что оптимум системы не равен сумме оптимумов подразделений. На самом деле он меньше.

Почему это происходит? Здесь есть две взаимосвязанные причины. Во-первых, компоненты системы обычно выполняют свои функции в некоторой последовательности, так что работа каждой части зависит от производительности предыдущей. Во-вторых, статистические отклонения (колебания) происходят независимо в разных частях системы. Но с точки зрения системы в целом эти отклонения *усиливаются* из-за взаимозависимости частей системы или происходящих в ней событий. В любом последовательном процессе все отклонения накапливаются и сказываются на последнем шаге.

В параллельном процессе, таком как сборка из двух или более деталей, накопленное отклонение еще усиливается, поскольку та деталь, изготовление которой заняло больше всего времени, фактически определяет момент начала сборки. Зависимость от ресурсов также усиливает отклонение на последующих этапах процесса. Сочетание статистических колебаний и взаимозависимости элементов системы порождает ситуацию, в которой любая попытка добиться максимальной эффективности в каком-то одном месте легко может повредить системе в целом.

Когда говорят, что система — это нечто большее, чем просто сумма частей (определение синергии), подразумевается, что присущая системам внутренняя связность позволяет им достигать более значительных результатов, чем те, на которые способна любая отдельно взятая часть. Но синергию нельзя получить, максимизировав отдачу от каждого компонента системы, — нужно

координировать и синхронизировать работу всех ее частей. Это означает, что для максимальной выгоды системы в целом некоторые ее элементы, возможно, должны работать не на полную мощность.

На рис. 1.3 приведены несколько весьма проницательных замечаний Деминга об оптимизации систем (см. Deming, 1993). По существу, Деминг говорит следующее: «Ничего страшного, если какие-то части системы работают не с максимальной эффективностью — на самом деле вполне может быть, что так и нужно для эффективной работы системы в целом». Как мы увидим дальше, это очень важная идея. Кратко ее можно выразить одной фразой:

*Оптимум системы НЕ РАВНЯЕТСЯ сумме локальных оптимумов.*

Если максимизировать производительность составных частей системы изолированно от остальной системы, эффективность системы в целом снизится.

## Система как цепь

Более реалистичный подход к рассмотрению систем заключается в том, чтобы представлять их как *цепи* или комплексы связанных друг с другом цепей. Прочность системы, как и прочность цепи, равняется прочности ее слабейшего звена. Голдратт предложил называть это слабейшее звено *системным ограничением* (см. Goldratt, 1990), поскольку именно оно ограничивает способность системы к достижению цели.

Цепи обладают интересным свойством: укрепление *какого угодно звена, кроме самого слабого*, никак не укрепляет цепь в целом. Если же укрепить *слабейшее звено*, прочность цепи сразу же возрастает — но лишь до предела прочности *следующего слабейшего звена*.

**Оптимизация — это процесс гармоничного согласования усилий всех компонентов для достижения установленной цели. Оптимизация — задача менеджмента. От оптимизации выигрывают все.**

**Что-либо меньшее, чем оптимизация всей системы, в конечном счете принесет потери каждому ее компоненту. Целью любой группы должна быть оптимизация системы, превосходящей ту, в которой работает группа.**

**Каждый компонент обязан делать все возможное для достижения цели системы, а не для максимизации своего выпуска, прибыльности, уровня продаж или иного показателя «собственной» конкурентоспособности.**

**Для оптимизации системы в целом может быть необходимо, чтобы некоторые компоненты работали себе в убыток и несли убытки.**

Точно так же в бизнесе производительность всего предприятия обычно определяется пропускной способностью одного определенного элемента, и совершенствовать какие бы то ни было другие аспекты системы в действительности бесполезно. Возьмем, к примеру, всеобщее управление качеством (Total Quality Management, TQM) — философию, призывающую вовлечь всех членов организации в повсеместное повышение качества и производительности. Но если к предприятию применима концепция системных ограничений, какие из этих усилий обеспечат немедленное и ощутимое улучшение результатов системы в целом? По-видимому, только усилия, направленные на ту часть бизнеса, которая именно сейчас ограничивает его эффективность. Все остальное — на данный момент — излишне.

## Производственная цепь

Применим теперь концепцию цепи к производственной системе. Рассмотрим пример производственной цепи из семи звеньев (рис. 1.4). Каждому звену соответствует некоторый ресурс (система «человек–машина» или подразделение). Работа каждого следующего звена зависит от работы предыдущего. Пропускная способность (мощность) звеньев различна. Первое и последнее звено располагают двойным объемом физических ресурсов по сравнению с остальными звеньями, максимальная производительность ресурсов различается.

Под каждым из звеньев указана степень загруженности соответствующего производственного ресурса в процентах за истекший месяц. Что здесь позволит нам определить, какое звено самое слабое? Или сформулируем вопрос иначе: какое звено станет ограничивать выход цепи, когда ее загруженность возрастет? Если вы выбрали третье звено (с загрузкой 71%), то вы правы. Именно этот элемент производственной системы, скорее всего, первым начнет работать с максимальной загрузкой. И когда это произойдет, будет уже не важно, что у других элементов системы есть еще резерв мощности. В силу взаимосвязанности последовательных шагов производственного процесса выход системы в целом лимитируется выходом наиболее ограниченного ресурса.

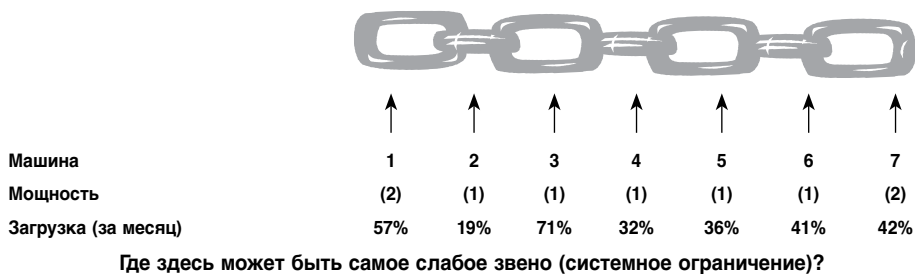


Рис. 1.4. Производственная цепь

Обратите внимание, в данном примере ни один из ресурсов не загружен по максимуму. Поэтому хотя звено 3 и имеет шансы однажды стать системным ограничением, сейчас оно таковым не является.

## Расширенная производственная цепь

Если немного расширить горизонты, мы увидим, что наша цепь в действительности выходит за пределы производственного цикла (см. рис. 1.5). Она включает непроизводственные функции — сбыт и маркетинг, обработку заказов, технологическую подготовку производства, планирование и составление графиков, взаимодействие с внешними поставщиками, складское хозяйство и дистрибуцию, а также отношения с клиентами, которые создают спрос на продукцию, составляющий основу существования бизнеса!

В тот момент, когда был сделан «моментальный снимок», представленный на рисунке, ограничение цепи, скорее всего, находилось в какой-то из областей за пределами производственного цикла, потому что иначе мы наблюдали бы более высокую загрузку производственных ресурсов. Судя по всему, причиной недогрузки было недостаточное количество заказов от клиентов — низкий рыночный спрос ограничивает финансовый успех бизнеса. Именно поэтому ни одно из звеньев производственной цепи не загружено более чем на 71%. Но если рыночное ограничение будет преодолено — например, за счет агрессивной маркетинговой кампании, — то звено 3, очевидно, имеет все шансы стать следующим ограничением системы.

Аналогия между производственной системой и цепью очень наглядна, но все-таки это упрощение, хотя и очень часто используемое. Для предприятия, имеющего несколько цехов, лучше подойдет аналогия с сетевой структурой, где материальные потоки движутся в нескольких направлениях и на выходе получается много различных видов конечной продукции. Тем не менее, и здесь действует тот же принцип: причина, мешающая системе достигнуть цели, заключена в небольшом числе переменных — может быть, всего в одной.

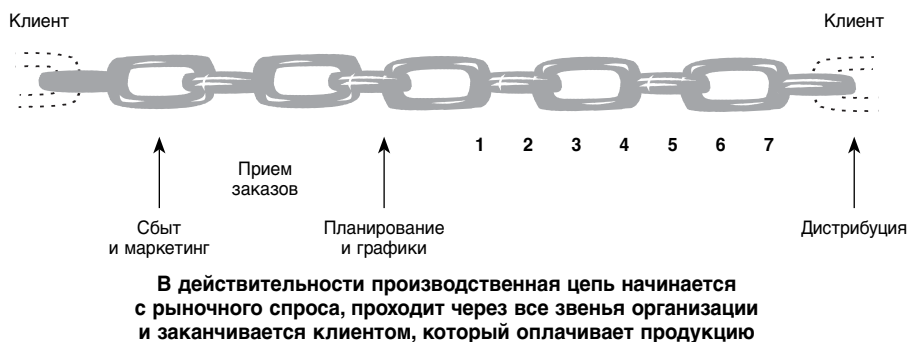


Рис. 1.5. Расширенная производственная цепь

## Неистребимость ограничений

Здесь мы подходим к еще одному важному положению теории ограничений: ограничения никогда не исчезают по-настоящему — они просто перемещаются в какое-то другое место внутри системы или за ее пределами.

Однако важно отметить, что всякий раз, когда благодаря усилиям, направленным на совершенствование системы, ограничение перемещается на новое место, эффективность системы в целом повышается скачкообразно. Так, в примере на рис. 1.4 очередным кандидатом на роль системного ограничения является звено 3, но чтобы оно действительно стало ограничением, загрузка всей системы должна увеличиться почти на 30%! Когда это действительно произойдет, мы сможем сделать вывод, что производительность системы, по-видимому, именно настолько и выросла, и наше предположение будет подтверждаться показателями эффективности.

Итак, можно с уверенностью сказать, что ограничение не исчезнет. Просто системным ограничением станет какой-то другой фактор — внешний или внутренний.

## Почему важно знать ограничение системы

Почему так важно знать, где заложено ограничение нашей системы? Как заметил Стивен Кови, «если мы не занимаемся осознанно тем, что важно, мы неосознанно занимаемся тем, что неважно» (Covey, 1994, p. 32). Здесь можно вспомнить историю о римском императоре Нероне, который «играл на скрипке, пока горел Рим», или о «перестановке кресел на палубе “Титаника” после столкновения с айсбергом». Если руководители отвлекаются от факторов, критически важных для успешного функционирования системы, последствия могут быть самыми тяжелыми.

Из слов Кови естественным образом вытекает один из важнейших принципов теории ограничений: в каждой системе в каждый момент времени есть очень немного переменных, которые надо отслеживать и которыми надо управлять, — может быть, всего одна такая переменная. Сами переменные могут время от времени меняться, но их всегда будет мало.



## Глава 2

# ПРИНЦИПЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ

**М**ы уже говорили о том, что теория ограничений основывается на принципах и понятиях, которые указывают нам, как оптимизировать систему. К основным принципам этой теории относятся: три ключевых допущения относительно управления ограничениями; пять направляющих шагов, которые определяют наши действия по совершенствованию системы; три уникальных показателя, позволяющие оценить, приводят ли наши действия на локальном уровне к желаемым результатам на уровне системы в целом (генерируемый доход, вложения, операционные расходы).

Эти принципы играют существенную роль в управлении ограничениями. Поняв их, мы сможем более подробно рассмотреть инструменты, предлагаемые теорией ограничений для оптимизации систем и подразделяемые на инструменты логистики и инструменты анализа правил работы. К инструментам логистики относятся методы «барабан–буфер–канат» (планирование и распределение ресурсов в производственных операциях) и «критическая цепь» (управление планированием и распределением ресурсов в рамках проектов). Инструменты анализа правил работы — это логический мыслительный процесс и конкретные ситуационные инструкции, основанные на пяти направляющих шагах.

Следует отметить, что правила работы — понятие широкое, охватывающее и правила управления производством, и политику руководства организацией в целом. Более обобщенно можно определить эти правила как мировоззрение или образ мыслей. Случалось ли вам когда-нибудь слышать утверждения вроде: «У нас не принято так поступать» или «У нас принято поступать вот так»? Если да, то вы встречались с вербальным выражением ограничений, налагаемых правилами работы. Иногда правила оформлены в письменном виде, иногда это просто традиция, но независимо от своего формального или неформального характера они ограничивают нас, разрешая или запрещая нам определенные действия. Если ограничения, накладываемые правилами,

мешают системе повысить свою эффективность на пути к цели, правила сами становятся системным ограничением. Выявлять и устранять подобные ограничения помогают инструменты анализа правил работы, в частности, логический мыслительный процесс, предложенный Голдраттом<sup>1</sup>.

Эти инструменты применяются как в производстве, так и при работе над проектами. Хотя мы и не собираемся сейчас их обсуждать, из дальнейшего вы поймете, как именно они используются. А пока поговорим о трех ключевых допущениях, лежащих в основе теории ограничений.

## Первое допущение управления ограничениями

Первое допущение заключается в том, что у каждой системы есть цель и известны необходимые условия ее достижения. Как заметил однажды философ Фридрих Ницше, потеряв цель, теряешь дорогу. Или, перефразируя «Алису в Стране чудес», если ты не знаешь, куда хочешь попасть, то тебе все равно, куда идти.

Во многих случаях это допущение, несомненно, верно. Но некоторые организации явно не удосужились четко и однозначно определить свою цель, и даже среди тех, кто с этим справился, у многих не хватило сил на следующий шаг — определить минимально необходимые условия достижения цели, или ключевые факторы успеха.

Например, коммерческие организации обычно ставят себе некие финансовые цели. Пожалуй, Голдратт подобрал здесь самую простую формулировку, сказав, что цель коммерческих фирм — «зарабатывать больше денег, сегодня и в будущем». Эта же мысль выражается словом *рентабельность*. Конечно, рентабельность не подойдет в качестве цели государственному учреждению — например, министерству обороны или образования, — но для большинства производственных предприятий она вполне подходит.

И все же недостаточно решить, что цель — рентабельность. Чтобы организация приносила прибыль и чтобы эта прибыль постоянно росла, должен выполняться определенный набор обязательных условий. Какие-то из них касаются только той отрасли, к которой принадлежит компания, какие-то универсальны для всех коммерческих организаций. Но для всех организаций действует одно общее правило: обязательных условий всегда немного — нередко их можно даже пересчитать по пальцам.

Различают три основных типа обязательных условий. Первый — это моральный кодекс. Например, компания может из принципиальных соображений отказаться от экспорта в страны, где нарушаются основные права человека, а также от импорта из таких стран. Условия второго типа определяют, как сильно может рисковать компания в процессе достижения своей

---

<sup>1</sup> В этой книге мыслительный процесс по Голдратту подробно не рассматривается, хотя используются различные логические деревья. В качестве источников информации о нем можно порекомендовать работы: Dettmer, 1996; Dettmer, 1998; Scheinkopf, 1999 (подробные выходные данные см. в списке литературы в конце книги).

цели. Конечно же, возможно, что некоторые акционеры пожелают воспретить генеральному директору риск, ставящий под угрозу дальнейшее существование компании, даже если вероятность такого исхода очень невелика. К третьему типу относятся условия, называемые критическими, — те, выполнение которых необходимо непосредственно для достижения цели. Скажем, таким условием может быть сочтена удовлетворенность сотрудников. Включение критического условия в иерархию целей придает ему особый вес, указывая, что оно носит не временный, а постоянный характер и должно соблюдаться в течение всего времени существования организации.

Обязательное условие отличается от цели. Цель сама по себе не имеет границ и никогда не достигается в полной мере, условие же должно быть более определенным. Можно рассматривать его как обстоятельство типа «ноль или единица»: нечто либо присутствует, либо нет. Например, коммерческая организация хочет заработать как можно больше денег — их сумма никак не ограничена. А вот для удовлетворенности сотрудников (если это обязательное условие) должен быть установлен конкретный минимальный порог. Коммерческая организация не задается целью бесконечно повышать удовлетворенность сотрудников — она должна признать, что для достижения ее цели необходимо обеспечить такой-то уровень удовлетворенности сотрудников.

## **Второе допущение управления ограничениями**

Второе допущение — то, что любая система больше суммы своих частей. В данном случае «больше» означает не математическое сравнение, а то, что сумма частей сама по себе не образует успеха системы. Мы обсуждали это в главе 1, в связи с тем, что оптимум (эффективность) системы в целом не равняется сумме локальных оптимумов (показателей эффективности) ее компонентов.

Это допущение особенно важно, потому что практически все организации в мире строят свою работу так, как если бы глобальный оптимум системы складывался из локальных оптимумов. Как мы убедимся позже, сумма локальных оптимумов не соответствует максимальной эффективности системы в целом.

Согласно теории ограничений, связи между элементами не менее, а может быть, и более важны, чем сами элементы. Другими словами, основные проблемы системы возникают не внутри элементов, а между ними. Вся оптимизация систем сводится ко второму допущению.

## **Третье допущение управления ограничениями**

Последнее допущение: в каждый момент времени предел эффективности системы определяется лишь небольшим числом переменных — может быть, одной переменной. Эти немногие критически важные переменные называются ограничениями.

Обоснование данного допущения таково: нельзя эффективно управлять организацией, производительность которой ограничивается большим числом факторов. Практически все организации создают добавленную стоимость за счет использования и тщательной синхронизации целого ряда ресурсов самой разной мощности. Могут ли они планировать выпуск продукции в расчете на предельную загрузку сразу многих ресурсов? Если бы это действительно происходило, малейшее отклонение от плана оборачивалось бы его невыполнением.

Так ли обычно ведут себя системы? Теряет ли ваше предприятие прибыль всякий раз, когда кто-то из сотрудников опаздывает на работу из-за пробок? Если нет, значит, подавляющее большинство переменных не ограничивают выход его продукции. Небольшие отступления от плана, как правило, не влияют на добавленную стоимость, создаваемую организацией.

Невозможно представить себе, чтобы в организации со сложной структурой руководитель реально был в состоянии планировать работу в расчете на максимизацию выпуска продукции и стопроцентную загрузку большого числа разных ресурсов. Если еще учесть существенный уровень неопределенности, свойственный любой организации, становится ясно, что можно надеяться загрузить полностью не более чем один-два ресурса. У всех остальных обязательно будет оставаться резерв мощности и функциональности. Когда ограничений мало (или оно всего одно), мы получаем достаточную гибкость, чтобы контролировать организацию и управлять ею, обеспечивая стабильную работу. При этом нам и нашим клиентам более или менее понятно, что будет выпущено завтра. Если бы третье допущение было неверным, мы не могли бы и надеяться, что сможем контролировать свою систему. Невозможно управлять системой с большим количеством независимых переменных — особенно в сложной среде с высоким уровнем неопределенности.

## **Аналогия с самолетом**

В качестве примера рассмотрим задачу управления самолетом. Самолет может перемещаться в трех направлениях — по вертикальной оси (вверх-вниз) и по двум горизонтальным (вперед-назад и влево-вправо). Чтобы пролететь по прямой линии на постоянной высоте между двумя заданными точками, пилоту нужно контролировать перемещение самолета по всем трем осям. Обычно в самолете есть приборы, которые показывают пилоту, насколько успешно он справляется с управлением: альтиметр, измеряющий высоту, указатель воздушной скорости, компас, авиагоризонт. Каждый прибор показывает результаты управляющих воздействий пилота на самолет, осуществляемых с помощью рычагов и педалей.

Из-за взаимосвязанности частей воздушного судна изменение положения (или управляющее воздействие) по одной из осей повлияет на положение

самолета по одной или двум другим осям. Если пилот направит нос самолета вниз для изменения высоты, то скорость движения увеличится даже без изменения режима работы двигателей. Если пилот наклонит самолет влево или вправо для изменения направления полета, то, чтобы скорость осталась прежней, двигатели понадобятся форсировать.

Таким образом, пилот должен параллельно следить за отклонениями по каждой из трех взаимозависимых осей и думать сразу о трех переменных — направлении, высоте и скорости полета. У каждой переменной есть границы, нарушение которых может стоить жизни пилоту (а также всем остальным, кто находится на борту), и ситуация становится все сложнее по мере увеличения степени неопределенности и колебаний (турбулентность, плохая погода, изменение направления и высоты полета по указанию авиадиспетчеров).

Теперь давайте слегка упростим задачу пилота, оставив ему только одну переменную — скорость. Как мы это сделаем? Включим автопилот, который будет следить за высотой и направлением полета (т.е. положением по вертикальной оси и одной из горизонтальных осей). Тогда пилоту достаточно будет периодически проверять направление и высоту, чтобы убедиться, что автопилот в порядке, и следить за скоростью, при необходимости регулируя ее.

Когда переменная, за которой нужно следить, всего одна, управлять ситуацией *гораздо* проще, чем когда их две или три. Причинами авиакатастроф нередко бывают сенсорные перегрузки, вызванные необходимостью «следить за слишком многим одновременно». Это справедливо для любых сложных систем: управление тем проще, чем меньше переменных нужно контролировать, и чем переменных больше, тем выше вероятность, что система выйдет из-под контроля.

## «Эффект Нерона»

В большинстве организационных систем число переменных огромно, а управление немислимо сложно — если не знать, какие (или какая) из этих переменных в данный момент на самом деле определяют эффективность системы. Помните римского императора Нерона, который, как говорят, играл на скрипке, пока Рим горел? «Функционирование» Рима было связано со многими переменными. Меры противопожарной безопасности и пожарная охрана, очевидно, были критически важны для выживания города, наслаждение музыкой — нет. Если мы захлебываемся от чрезмерного количества переменных в нашей организационной системе, «эффект Нерона» способен как помочь нам, так и помешать. Когда система достаточно стабильна и управляема, позволительно возиться с переменными, практически не влияющими на конечный результат, когда же у нас есть проблемы, связанные с одной из главных переменных, подобное недопустимо. Поэтому о некоторых компаниях говорят, что они добиваются успеха вопреки, а не благодаря своим действиям.

Мы живем и работаем в сложных системах. Смиритесь с этим — мы мало что можем сделать против сложности как таковой. Но если мы научимся выявлять ограничения системы — настоящие «двигатели» ее успеха, — то в ряде случаев будем вполне эффективно справляться с этой сложностью. Поскольку обычно в каждый момент времени критически важны лишь очень немногие переменные, мы многократно упростим себе задачу, если определим эти переменные и будем контролировать именно их. Если же окажется, что у нашей системы действительно много критически важных переменных, то мы очень правильно поступим, попытавшись уменьшить их число.

## Следствия третьего допущения

Что означает третье допущение применительно к производственным условиям? Посмотрите на рис. 2.1. На нем изображен простой производственный процесс — всего пять последовательных шагов (на схеме они идут слева направо). Обратите внимание, что у каждого из ресурсов своя мощность, характеризующая скорость или объем выполняемой работы. На самом деле так и бывает. Также заметьте, что с увеличением спроса второй ресурс (считая слева) первым окажется загружен полностью. Независимо от того, сколько дополнительной мощности останется у других ресурсов, именно этот ресурс будет определять максимальную производительность системы в целом.

Далее, если бы мы нарастили мощность второго ресурса до мощности первого, производительность системы стал бы ограничивать ресурс, оказавшийся теперь самым слабым, — в данном случае четвертый слева. Еще один существенный момент — неиспользуемые мощности. Даже после наращивания мощности второго ресурса они все равно не будут задействованы полностью. Избавиться от неиспользуемых мощностей можно лишь одним способом — *сбалансировав* систему, т. е. выровняв мощность всех ресурсов. Это дорого, исключительно сложно технически, а достигнутый баланс

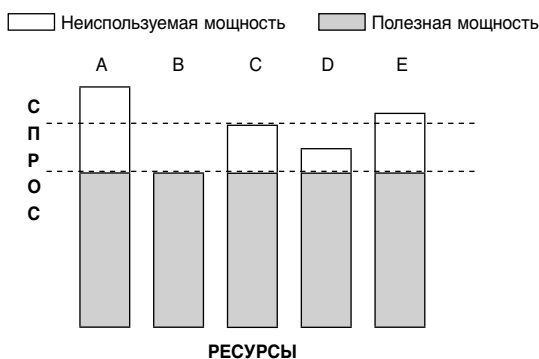


Рис. 2.1. Мощность и спрос

не продержится долго. Отклонения, часто не поддающиеся контролю, будут все больше и больше выводить систему из равновесия. В какой-то момент баланс неизбежно окажется утрачен, и мы так и не сможем полностью использовать мощности всех ресурсов — локальная производительность некоторых частей будет меньше их мощности.

Попытавшись загрузить систему до уровня, соответствующего мощности самого производительного ресурса, мы добились бы только появления очередей к некоторым ресурсам меньшей мощности. При этом другие ресурсы по-прежнему оставались бы недогруженными — или имитировали бы занятость<sup>1</sup>.

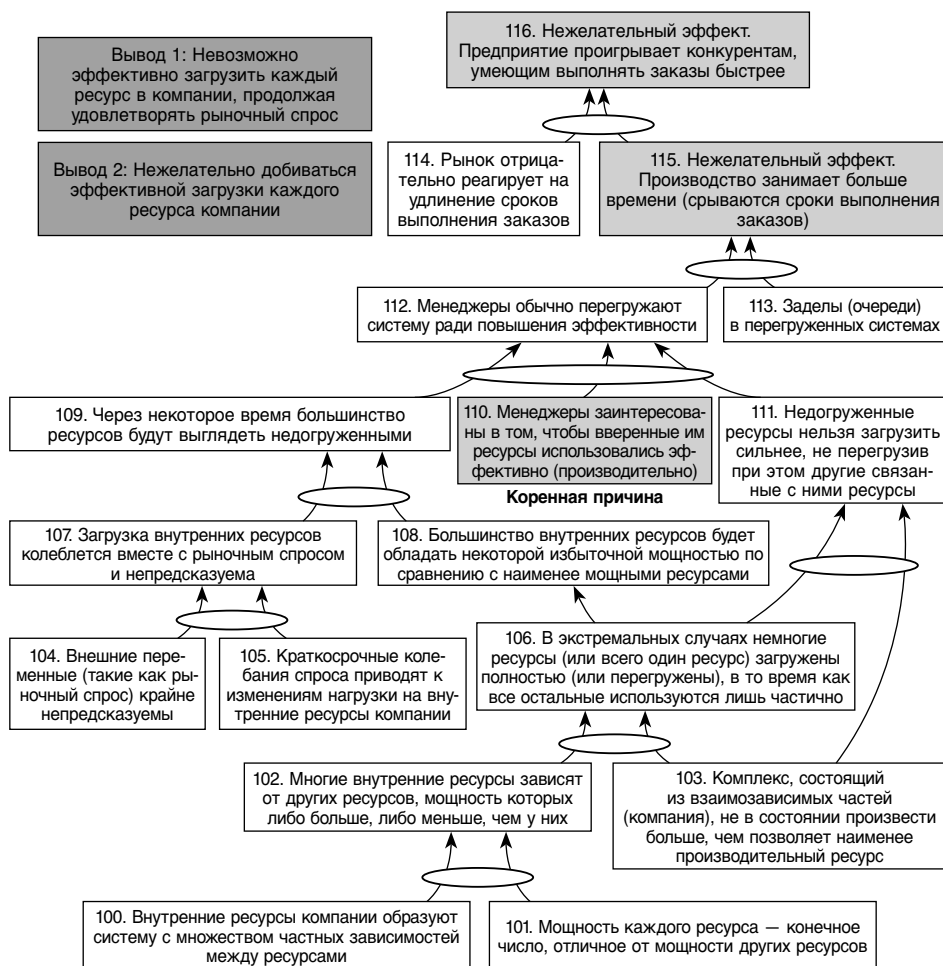


Рис. 2.2. Третье допущение: дерево текущей реальности

<sup>1</sup> Люди очень хорошо умеют придумывать себе занятия, которые никому на самом деле не нужны, но создают видимость напряженной работы для руководства.

Другой способ рассмотрения третьего допущения представлен на рис. 2.2. Это дерево текущей реальности — один из типов деревьев причинно-следственных связей в мыслительном процессе, предложенном Голдратом. Как и в случае с рис. В.1, это дерево нужно читать снизу вверх. Перед причиной (прямоугольником, из которого выходит стрелка) вставляйте «если», перед следствием (прямоугольником, куда стрелка входит) — «то». Если стрелки, идущие от разных причин, объединены овалом, вставляйте между этими причинами союз «и». Например: «Если (100) внутренние ресурсы компании образуют систему с множеством частных зависимостей между ресурсами и (101) мощность каждого ресурса — конечное число, отличное от мощности других ресурсов, то (102) многие внутренние ресурсы зависят от других ресурсов, мощность которых либо больше, либо меньше, чем у них». Продолжайте читать дерево таким способом, пока не дойдете до вершины.

Это дерево позволяет сделать два главных вывода. Во-первых, борьба за высокую локальную эффективность в любом месте системы на самом деле мешает ее работе, во-вторых, невозможно добиться максимальной эффективности каждого ресурса и при этом своевременно выполнять заказы клиентов. Очевидно, если мы станем систематически подводить клиентов, те через некоторое время уйдут к нашим конкурентам. В итоге мы потеряем деньги, что отнюдь не приблизит нас к цели.

Поэтому чтобы сохранить (или увеличить) свою рыночную долю (что необходимо предприятию для достижения цели), не стоит гнаться за повышением производительности всех ресурсов сразу.

Мы недаром потратили так много времени на обсуждение третьего допущения — ведь именно оно является основным в теории ограничений. Погоня за локальной эффективностью — это не только напрасная трата времени и сил, но и причинение системе прямого вреда.

## Подход теории ограничений к управлению системами

Итак, не стоит бороться за локальную эффективность. Что же тогда стоит делать? Теория ограничений предлагает рациональный и эффективный подход к управлению сложными системами, в том числе производственными предприятиями.

Первый шаг — определить границы системы, с которой нам предстоит работать. Речь идет о концептуальных, а не о материальных границах — о той невидимой линии, которая разделяет «вне» и «внутри» системы. Обычно эти границы совпадают с организационными рамками — цех, подразделение, целая компания.

Разобравшись с границами, можно переходить к следующему вопросу: какова цель системы? Применительно к большинству коммерческих организаций можно с уверенностью сказать, что их цель — зарабатывать деньги



сегодня и в будущем, причем это общая цель практически для всех частей организации.

Следующий шаг — чуть более сложный: на нем нужно выявить ключевые факторы успеха, т. е. условия, которые организация должна выполнить, чтобы достичь своей цели. Часто этих условий три: конкурентное преимущество, удовлетворенность клиентов и удовлетворенность сотрудников. Могут существовать и другие факторы, но не забывайте — их общее число должно быть небольшим.

Согласно теории ограничений, после определения обязательных условий следует применить пять направляющих шагов, чтобы в дальнейшем неукоснительно двигаться к выполнению этих условий.

## Пять направляющих шагов

Пять направляющих шагов были разработаны Голдраттом как метод, помогающий руководству делать свое дело, т. е. следить за тем, что важно для успеха, — за системными ограничениями. Эти шаги образуют циклическую последовательность, сходную с циклом Шухарта–Деминга (планирование–выполнение–проверка–корректировка, см. Deming, 1986): пройдя полный круг, вы не останавливаетесь.

### Найти

Первый шаг — *найти ограничение системы*. Что в настоящий момент задает ее максимальную производительность? Это внутренний фактор (ресурс или правило) или внешний (рынок, снабжение, поставщик, снова правило)? Если выявленное ограничение можно устранить без особых затрат, сделайте это немедленно и вернитесь к первому шагу. Если нет, переходите ко второму шагу.

### Использовать<sup>1</sup>

Здесь необходимо *решить, как использовать ограничение*. «Использовать» в данном случае означает извлечь из ограничивающего элемента максимум того, что он может дать без дополнительных инвестиций, т. е. добиться от него наибольшего финансового результата, изменив методы работы. Например, если ограничение системы — это рыночный спрос (объем продаж), нужно усилить работу с рынком и постараться увеличить оборот. Если же в качестве ограничения выступает внутренний ресурс, следует как можно лучше использовать этот ресурс, чтобы поднять его маржинальный вклад в прибыль. Использование ограничения должно стать ядром тактического планирования,

---

<sup>1</sup> Другой вариант перевода — ослабить влияние ограничения системы. — Прим. ред.

направленного на обеспечение наивысшей производительности, возможной *в данный момент*. Поэтому ответственность за второй шаг возлагается на функциональных менеджеров, которые должны разработать план действий и познакомить с ним остальных, так чтобы все понимали схему использования ограничения на ближайшее время.

## Подчинить

Решив, как вы используете ограничение, *подчините этому решению всю остальную работу*. Это самый важный и в то же время самый сложный из пяти шагов. В чем же сложность? В том, что работники тех элементов системы, которые напрямую не связаны с ограничением, тоже должны подчиниться решению, отставив на второй план свои любимые способы достижения успеха, повышения эффективности и удовлетворения личных амбиций. Всем — от высшего руководства до низшего уровня иерархии — приходится смириться с тем, что избыточная мощность в разных частях системы не просто приемлема, а в действительности полезна и необходима!

Все части системы, не связанные с ограничениями (так называемые «не-ограничения»), формально переводятся на подчиненные роли; их задача — поддерживать ограничение. Это может привести к появлению поведенческих проблем практически на всех уровнях организации. Большинству людей нелегко смириться с тем, что они или их подразделения не так важны для эффективности системы, как какие-то другие, и многим сотрудникам, связанным с не-ограничениями, наверняка будет неприятно выполнять действия, необходимые, чтобы заставить всю систему работать на использование ограничения. Именно поэтому третий шаг так труден.

Ограничения особенно важны для организации по причине своей *относительной слабости*. Не-ограничения же отличаются *относительной силой*, которая делает их более гибкими. Таким образом, текущая эффективность организации фактически зависит от ее слабого звена. Хотя другие части системы могли бы работать производительнее, из-за слабого звена в этом нет смысла. На самом деле для повышения производительности нужно сделать так, чтобы сильные звенья работали на слабое звено, обеспечивая максимальную отдачу от него.

В процессе подчинения заново определяются задачи всех процессов в системе. Предполагается, что на каждый процесс возложена миссия, выполнение которой необходимо для достижения главной цели организации. Но это не исключает конфликта приоритетов — например, процессы могут конкурировать между собой за некоторый ресурс. При подчинении не-ограничений работа всех процессов действительно направляется на ту цель, которая в данный момент является главной, — как можно лучше использовать ограничение.

Представьте себе склад сырья и материалов. Какова его задача? Он обеспечивает хранение и отпуск материалов, создавая «мостик» между моментом

их поступления на склад от поставщиков и временем, когда они становятся нужны в производстве. Если какой-то участок оказывается ограничением, любые нужные ему материалы должны отпускаться сразу же после поступления заявки. Если же единственное ограничение — это рыночный спрос, отпуск материалов должен осуществляться при поступлении любого заказа.

Нередко мастера цехов для поддержания высокой производительности предпочитают продолжать работу даже при отсутствии заказов. Но если неограничения производственной системы правильно подчинены, склад *не отпустит* такому мастеру материалы, пока не будет получен заказ. Процесс отпуска материалов должен подчиняться потребностям ограничения, а не любым мерам по повышению эффективности. В отсутствие заказов материалы остаются на складе, и это часть процесса подчинения. Работу, которая в настоящий момент не востребована, следует рассматривать как менее приоритетную по сравнению со срочным отпуском материалов для нужд ограничения.

Подчинение позволяет сконцентрировать работу системы на том, что помогает ей максимизировать текущую производительность. Действия, противоречащие подчинению, должны подавляться.

## Расширить<sup>1</sup>

Вполне возможно, что после выполнения третьего шага ограничение системы будет устранено. Если такое произойдет, вы это поймете без труда, поскольку производительность, скорее всего, вырастет скачкообразно, а какая-то другая часть системы приобретет признаки узкого места. Тогда возвращайтесь к первому шагу и повторяйте цикл — определяйте, какой фактор стал новым ограничением системы и как использовать *это* ограничение, подчинив ему все остальное.

Если же первоначальное ограничение все еще остается таковым, хотя вы совершенно уверены, что выжимаете из него максимум возможного, дальнейшие улучшения неосуществимы без дополнительных действий руководства.

В этом случае для повышения производительности системы необходимо перейти к четвертому шагу: *оценить возможные способы расширения ограничения* (или ограничений, если их несколько). «Расширение» означает увеличение мощности ресурса. Для внутреннего ресурса нужно *увеличить время* его продуктивного использования. Стандартные способы здесь — приобретение дополнительного оборудования, расширение штата, добавление сверхурочных часов или дополнительных смен с доведением времени работы до 24 часов в сутки.

Когда ограничением выступает рыночный спрос, расширить его — значит увеличить объем продаж, для чего понадобится вложить средства в реклам-

---

<sup>1</sup> Другой вариант перевода — снять ограничение. — Прим. ред.

ную кампанию или разработку новых продуктов, которые будут хорошо покупаться. В любом случае «расширить» — это «больше потратить, чтобы больше заработать».

Обратите внимание на термин «оценить» — мы неспроста выразились именно так. Из предыдущих рассуждений о разных путях расширения ограничений (закупить оборудование, добавить смены и т.п.) видно, что возможностей здесь немало. Одни варианты дешевы, другие обладают привлекательностью, для которой трудно подобрать денежный эквивалент (например, простота в управлении). Так или иначе, способов, которыми можно расширить ограничение, обычно более одного, поэтому здесь необходим выбор, а хвататься за первый же вариант, который придет в голову, — далеко не лучшая идея.

Выбор в пользу одной из альтернатив может быть связан с характером следующего ограничения. Мы уже говорили о том, что ограничения как таковые не исчезают: если избавиться от одного ограничивающего фактора, его место тут же занимает какой-то другой, внутренний или внешний. Возможно, справиться со следующим ограничением будет сложнее, чем с текущим, и оно сделает нашу систему менее управляемой. Пусть теперь у нас есть два способа расширить текущее ограничение, которые приводят к двум разным следующим ограничениям. Очевидно, мы остановимся на способе, приводящем к более простому ограничению. Также возможна ситуация, при которой на преодоление нового ограничения нужно гораздо больше времени, чем на устранение текущего. Тогда мы должны будем параллельно работать над обоими ограничениями.

### *Пример неудачной попытки расширить ограничение*

Рассмотрим в качестве примера производственное предприятие, изготавливающее полупроводниковые монтажные платы. Руководители компании установили, что системное ограничение находится на первом шаге производственного процесса и связано с устройством поверхностного монтажа. Не подумав о том, какой ресурс станет следующим ограничением, они решили закупить новую технику. Конечно же, второе устройство помогло расширить первоначальное ограничение, но новым ограничением стало автоматизированное тестовое оборудование (Automated Test Equipment, АТЕ), отстоящее от начала производственного процесса примерно на восемь шагов. Справиться с ограничением в этой точке было очень непросто — усложнилось составление производственных графиков, возникло много других проблем, — а расширить его — еще труднее. На приобретение дополнительного оборудования АТЕ требовалось больше средств, чем ранее на новое устройство поверхностного монтажа, и далеко не сразу удалось найти квалифицированного оператора АТЕ.

Короче говоря, ограничение, связанное с АТЕ, потребовало для устранения больше времени, сил и денег, чем связанное с устройством поверхностного монтажа. Если бы руководители компании заранее знали, что новым огра-

ничением станет АТЕ, они, возможно, предпочли бы либо не трогать первоначальное ограничение, связанное с устройством поверхностного монтажа, либо заранее начать работу по приобретению дополнительного АТЕ и поиску (подготовке) соответствующего персонала. Во втором случае пропускная способность АТЕ была бы увеличена еще до усиления участка поверхностного монтажа, так что производительность системы выросла бы при сохранении ограничения в таком месте, где его относительно просто контролировать.

Еще один важный фактор, который следует учитывать, — это рентабельность. Устранив ограничение, связанное с устройством поверхностного монтажа, компания получила возможность поднять генерируемый доход, но насколько? Если мощность АТЕ лишь ненамного превышала мощность исходного устройства поверхностного монтажа, то и увеличение генерируемого дохода, скорее всего, оказалось небольшим по сравнению со стоимостью нового устройства. Это обстоятельство не могло не разочаровать компанию.

Если максимум, задаваемый следующим ограничением, значительно выше, чем существующий предел, устранение имеющегося ограничения, скорее всего, будет правильной мерой. Даже если позднее, когда потребуется расширить ограничение, связанное с АТЕ, у компании возникнут трудности, соответствующее увеличение генерируемого дохода вполне компенсирует все усилия. Оборудование АТЕ может постоянно оставаться слегка недогруженным, а компания все равно будет выручать больше денег. Что же отсюда следует? То, что для оценки подлинной рентабельности действий по расширению ограничений необходимо понимать теорию ограничений, а также уметь рассчитать, какое ограничение станет следующим и насколько вырастет генерируемый доход перед тем, как будет достигнут новый предел.

Итак, как видим, в расширении ограничений очень важную роль играет «оценка». Нам нужно знать, где может обнаружиться следующее ограничение, поскольку эта информация способна повлиять на выбор способа, которым мы будем расширять существующее ограничение.

### *Как определить, где возникнет следующее ограничение*

Самый простой способ — это перед тем, как на практике приступать к расширению ограничения, мысленно проделать три первых направляющих шага из пяти. Иначе говоря, нужно найти тот фактор внутри системы или вне ее, который начнет задавать ее максимальную производительность, когда исчезнет текущее ограничение, а затем определить, какие действия потребуются, чтобы использовать новое ограничение, и трудно ли будет подчинить этой задаче всю работу системы.

После этого мы будем достаточно хорошо представлять себе последствия расширения ограничения для каждого из возможных способов, а значит, сможем сделать более обоснованный выбор. Вполне вероятно, что выбранный вариант не будет ни самым простым, ни самым дешевым!

## **Вернуться к первому шагу, но помнить об инерции**

Если вам не удастся избавиться от ограничения за счет подчинения, вы с большой вероятностью добьетесь этого на следующем шаге, если только не будете сознательно дозировать меры по повышению производительности так, чтобы ограничение оставалось в силе. В любом случае после *третьего* или *четвертого* шага нужно будет вернуться к первому шагу и определить новое ограничение системы либо убедиться, что исходное ограничение находится на прежнем месте.

Иногда ограничение перемещается не в результате наших намеренных действий, а из-за внешних изменений. Например, сдвиг предпочтений на рынке может заставить нас пересмотреть ассортимент своей продукции, так что первоначальное ограничение будет снято. Но это довольно редкое явление, поэтому важно периодически возвращаться к первому шагу, просто чтобы удостовериться, что фактор, который мы считаем системным ограничением, действительно является таковым.

Предупреждение об инерции означает, что нельзя останавливаться на достигнутом. Тому есть две причины. Во-первых, когда ограничение переместится, правила и мероприятия, направленные на подчинение всей работы задаче *использования* старого ограничения, с большой вероятностью будут уже не так полезны для системы в целом. Однако мы не сможем увидеть этот недостаток, если не определим, где находится новое ограничение системы. Во-вторых, люди часто говорят: «Ну вот, проблема решена, и не нужно к ней возвращаться». Но сегодняшнее решение завтра становится любопытным историческим фактом. Если мы будем слишком ленивы (или слишком заняты другими делами), чтобы возвращаться к прошлым решениям, то рано или поздно — и скорее раньше, чем позже, — производительность нашей системы окажется далеко не на высоте ее возможностей.

## **Подход ТОС: резюме**

Организации живут (или погибают) как целостные системы, а не как совокупности отдельных независимых процессов. Чтобы обеспечить эффективную работу организации, нам необходимо рассматривать ее как единое целое, а для этого определить, что является ограничением *системы*. Если наша цель — улучшить конечный результат работы системы, мы должны быть готовы оптимизировать всю систему, а не ее отдельные элементы.

Это означает, что только ограничения системы могут использоваться на полную мощность, а все не-ограничения (большую часть системы) следует подчинить решению по использованию ограничений. Поскольку не-ограничения по определению не являются ограничениями системы, у них всегда будут — и должны быть — значительные избыточные мощности. Загружать эти мощ-

ности нужно с исключительной осторожностью, чтобы не создать случайно новое системное ограничение.

## **Пять направляющих шагов: выводы**

Если пять направляющих шагов представляют собой обоснованный подход к эффективному управлению производственными системами, отсюда следует несколько важных выводов, касающихся нашей управленческой деятельности.

Во-первых, лишь очень немногие звенья системы требуют постоянного пристального внимания. Во-вторых, основная масса собираемой нами и доступной нам информации не представляет интереса с точки зрения производительности организации. В большинстве случаев это «шум», а не «сигнал», скорее запутывающий нас, чем проясняющий ситуацию. В-третьих, нужно помнить, что практически все элементы внутри нашей системы обладают значительной избыточной мощностью. Это совершенно нормально, более того, необходимо для поддержания гибкости и конкурентоспособности организации. И, наконец, в-четвертых, измеряя эффективность отдельных элементов системы (не являющихся ограничениями) и борясь за повышение этой эффективности, мы подвергаем риску субоптимизации систему в целом.

Но если нельзя заниматься локальной эффективностью на каждом участке, каков правильный метод оценки производительности систем и принятия решений о путях повышения эффективности? Это тема следующего раздела.

## Глава 3

# ОЦЕНКА УСПЕХА СИСТЕМЫ

**И**так, вооружимся основополагающими принципами ТОС, пятью направляющими шагами и перейдем к следующему кирпичику в фундаменте теории ограничений — оценке эффективности принимаемых решений. Как мы вскоре убедимся, одно из главных препятствий на пути к успешному управлению сложными системами связано с неумением определить, помогают ли повседневные локальные решения достичь стоящей перед компанией цели (и если да, то каким образом). Теория ограничений обладает средствами, позволяющими это сделать.

### Оценка оперативных решений: традиционный подход

Если бы мир вокруг нас был статичным, если бы в нем практически ничего не менялось, задача управления была бы сравнительно простой. Но мир не таков. Он не стоит на месте. Конкурентная среда вокруг нас постоянно эволюционирует, и для сохранения конкурентоспособности нам нужны внутренние усовершенствования. Как сказал древнегреческий философ Гераклит, все течет, все меняется. Из-за этих постоянных перемен нам приходится все время решать, что, на что и как именно должны менять мы сами.

В случае коммерческой организации качество принятого решения обычно измеряется финансовыми показателями, которые служат критерием привлекательности конкурирующих вариантов. В корпоративной среде качество решений в большинстве случаев оценивается стандартно — по прибыли. Хорошее решение приводит к росту прибыли, плохое — к ее сокращению или к убыткам.

При оценке управленческих решений используются два основных показателя: чистая прибыль (Net Profit, NP) и рентабельность инвестиций (Return on Investment, ROI). Первый помогает определить, сколько денег принесло решение, второй — сопоставить необходимые вложения с получаемой прибылью.



Рассчитать NP и ROI для каждодневных оперативных решений, которые приходится принимать большинству руководителей, — задача не из простых. Результаты этих решений с трудом поддаются измерению и переводу в финансовые единицы. Не менее сложно определить, как решение, принятое на уровне подразделения, повлияет на финансовые показатели компании в целом. Теория ограничений располагает средствами, позволяющими связать локальные оперативные решения с финансовым благополучием компании.

## Оценка оперативных решений: подход ТОС

Показатели финансовой эффективности, которыми предлагает пользоваться теория ограничений, — это генерируемый доход<sup>1</sup> (Throughput, T), связанный капитал, или вложения (Inventory/Investment, I) и операционные расходы (Operating Expense, OE). Они вводятся в предположении, что цель организации — зарабатывать деньги сегодня и в будущем. Если цель другая, показатели I и OE смогут использоваться в своей обычной форме, т.е. выраженные в финансовых единицах, а показатель T — нет. Его потребуется переопределить, выразив в единицах, отличных от денежных (каких именно — зависит от конкретной ситуации). Но поскольку эта книга посвящена производству, а большинство производственных предприятий — коммерческие, мы примем здесь, что генерируемый доход — это всегда деньги. Приводимые ниже определения взяты из книги Голдратта «Синдром стога сена» (см. Goldratt, 1990, p. 53).

### Генерируемый доход (T)

Генерируемый доход (T) определяется как скорость, с которой организация создает деньги (обычно путем продажи товаров или услуг). Этот показатель представляет количество новых денег, поступающих в систему (и остающихся в ней), — добавленную стоимость, порождаемую в результате деятельности системы<sup>2</sup>. Возможно, более наглядной будет интерпретация генерируемого дохода как новой стоимости, которую система вносит в продукцию. Эта стоимость образуется в ходе превращения сырья и материалов, приобретенных у других организаций, в нечто обладающее более высокой (с точки зрения потребителя) ценностью, чем исходное сырье.

С точки зрения математики генерируемый доход — это разность между выручкой от реализации и действительно переменными затратами. Обычно он измеряется на уровне компании в целом; также его определяют для отдельных единиц продукции, целых продуктовых линеек и конкретных коммерческих

<sup>1</sup> Другой вариант перевода — производительность по денежному потоку. — Прим. ред.

<sup>2</sup> Внутренние взаиморасчеты между цехами или подразделениями одной и той же компании не должны учитываться как часть генерируемого дохода. Они равносильны перечислению средств с одного внутреннего счета на другой.

сделок. Например, генерируемый доход для единицы продукции — это ее продажная цена минус стоимость использованных на нее материалов. Чтобы рассчитать данный показатель для продуктовой линейки, из общей выручки от реализации всех входящих в линейку продуктов за определенный период времени вычитают суммарную стоимость израсходованного сырья и затраты, связанные непосредственно с реализацией этих продуктов (например, коммиссионные или убытки от возвратов по рекламациям). Генерируемый доход на уровне компании в целом равняется суммарной выручке от продаж всех видов продукции за определенный период времени за вычетом стоимости сырья и материалов, использованных при производстве, и прочих действительно переменных затрат (тех, которых не было бы, если бы продукция не была продана).

Генерируемый доход — центральное понятие философии ТОС, потому что оно связывает деятельность отдельных элементов системы с общей целью организации. По смыслу оно близко к понятию вклада (contribution), которое используется в основном в экономической теории, но с тем отличием, что в традиционном определении вклада производственная заработная плата причисляется к переменным затратам, — ТОС отвергает такое представление. В целом для ТОС понятие генерируемого дохода очень важно. Как мы увидим позже, оно связано со многими повседневными решениями во всех сферах деятельности.

## **Вложения (I)**

Вложения (Inventory/Investment, I) определяются как деньги, затрачиваемые организацией на то, что она собирается впоследствии продать. Эти средства связаны внутри системы — их нельзя легко перевести в наличность, и они используются для генерации дохода. Вложения включают основные фонды, мощности и оборудование, а также сырье и материалы, предназначенные для превращения в готовую продукцию, которая должна быть продана. Чтобы определить, относится ли такой-то актив к вложениям, задайте себе вопрос: можно ли использовать его как залог под кредит? Если да, это, скорее всего, вложение.

## **Операционные расходы (OE)**

Операционные расходы (Operating Expense, OE) — это противоположность генерируемого дохода, из-за чего оба термина вызывают споры. К OE относятся все затраты, которые не включены в определение генерируемого дохода, т. е. не являются действительно переменными (не пропорциональны количеству реализованных единиц продукции). Очень часто OE описывают как средства, уходящие из системы. К ним относится большинство накладных

(постоянных) расходов — затрат на поддержание бизнеса. Споры вокруг этого показателя вызваны тем, что он включает и трудовые издержки, т. е. зарплату персонала, как производственного, так и вспомогательного. В традиционном учете затрат производственная зарплата относится на счет себестоимости реализованной (или готовящейся к реализации) продукции, в то время как в ТОС эти затраты считаются постоянными. Почему?

Причина в том, что производственная зарплата, согласно ТОС, не относится к прямым издержкам. Предприятия обычно покупают на рынке труда *время* — сотрудникам оплачиваются часы, отработанные за неделю, месяц или (для высоких должностей) год. Из-за взаимосвязей, существующих внутри систем, не все оплачиваемые часы работников на самом деле используются productively, тем более для создания добавленной стоимости. Таким образом, решение производить что-либо (и тратить на это рабочее время) не связано с дополнительными расходами. Все рабочее время производственного персонала берется из банка времени, на него уже выделены фиксированные средства. Поэтому такие расходы следует относить к операционным.

Любые средства, выплачиваемые или выделяемые пропорционально количеству проданных единиц продукции, относятся к переменным затратам и потому учитываются при расчете генерируемого дохода. При традиционной калькуляции себестоимости методом отнесения затрат постоянные затраты (включающие и другие виды накладных расходов) разносятся по единицам произведенной и реализованной продукции. С точки зрения ТОС такой подход принципиально ошибочен. Именно в этом месте обычно возникают разногласия. Мы поговорим о них более подробно в главе 13, когда будем рассматривать генерируемый доход как основу для принятия решений.

## **Соотношение между T, I, OE и традиционными показателями эффективности бизнеса**

Выше мы писали, что контрольные показатели ТОС позволяют связать локальные оперативные решения с финансовыми показателями корпоративного уровня. Пора рассказать, как это делается. Чистая прибыль (NP) равняется генерируемому доходу за вычетом операционных расходов. Генерируемый доход — это разность между суммарной выручкой от реализации и суммарными переменными затратами (см. рис. 3.1). Обратите внимание, что при расчете прибыли в ТОС учитываются те затраты, которые в рамках традиционных методов учета включаются в себестоимость продукции, — эти издержки просто вычитаются из объема выручки от продаж. То же самое касается чистой прибыли.

Рентабельность инвестиций (ROI) равняется чистой прибыли, поделенной на вложения, которые были необходимы для ее получения (см. рис. 3.1). Потенциальный генерируемый доход зависит от ограничений системы. Операционные расходы создаются преимущественно не-ограничениями.

Чистая прибыль = T-OE

Рентабельность инвестиций =  $\frac{T-OE}{I}$

Рис. 3.1. Чистая прибыль и рентабельность инвестиций

К этому моменту вы уже должны были догадаться, к чему мы клоним, говоря о связи. Мы не станем предлагать руководителям оценивать принимаемые ими управленческие решения непосредственно по NP и ROI, а дадим им в качестве инструментов показатели T, I, OE и методику расчета NP и ROI на их основе. Можно повысить NP и ROI за счет увеличения T, а также снижения I и OE. Как мы увидим далее, руководителям, мастерам и рабочим гораздо проще представить себе влияние своих действий на T, I и OE, чем на NP и ROI, поскольку многие повседневные решения отражаются только на одном из трех показателей.

Приоритеты

Главный вопрос — это на чем нам сконцентрировать внимание. На снижении операционных расходов? Вложений? Или на увеличении генерируемого дохода? Традиционно менеджеры рассматривали как высший приоритет снижение расходов — в большинстве случаев операционных (см. рис. 3.2). На то есть две убедительные причины. Во-первых, расходы легко измерить и относительно просто контролировать. Во-вторых, каждый сэкономленный доллар идет прямым ходом в итоговую строку отчета о прибылях и убытках (чистую прибыль).

Традиционный менеджмент	Японский менеджмент (JIT)	Менеджмент ограничений
1. OE ↓	1. I ↓	1. T ↑
2. I ↓	2. T ↑	2. I ↓
3. T ↑	3. OE ↓	3. OE ↓

Рис. 3.2. Приоритеты менеджмента

На втором месте в традиционном менеджменте обычно идет сокращение товарно-материальных запасов. Это важно потому, что руководителей очень беспокоят издержки, связанные с поддержанием высокого уровня запасов. Но вопрос об избавлении от лишних запасов не так актуален, как снижение операционных расходов, поскольку в бухгалтерском балансе запасы относятся к активам. Настоящий вред от лишних запасов совсем в другом — они способны отрицательно сказаться на генерируемом доходе. Избыток запасов мешает компании оперативно реагировать на запросы рынка и может дополнительно замедлить выведение на рынок новых продуктов. Все это снижает потенциал генерации дохода.

Увеличение генерируемого дохода обычно, как кажется, стоит на последнем месте в списке приоритетов. Возможно, дело в том, что руководители не считают себя способными сколько-нибудь существенно повлиять на значение  $T$ : оно определяется объемом продаж, который, конечно же, зависит от внешних заказчиков. А заказчики часто непостоянны, капризны и всегда очень ненадежны. Лучше уж сконцентрироваться на аспектах бизнеса, подпадающих непосредственному контролю.

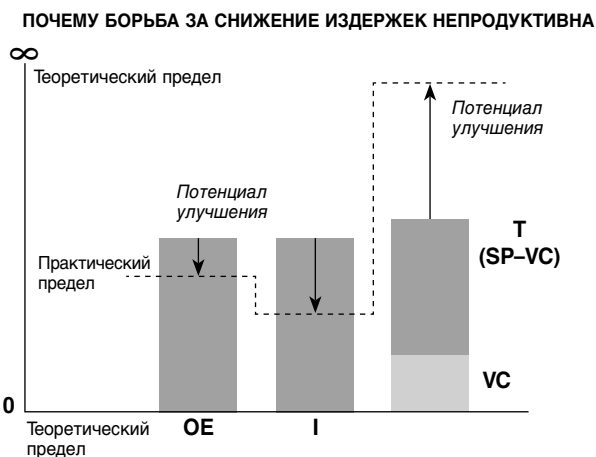
Японцы увидели, чего позволяет добиться снижение товарно-материальных запасов, и в результате разработали систему менеджмента «точно вовремя» (Just-in-Time, JIT). Для этого им потребовалось обеспечить постоянное движение материальных потоков (феномен опережающего роста); соответственно, увеличился генерируемый доход, и на него стали обращать больше внимания, хотя он все равно оставался на втором месте (см. рис. 3.2).

Теория ограничений рассматривает увеличение генерируемого дохода как приоритет номер один. Второй по значимости задачей считается сокращение вложений, а снижение операционных расходов стоит на последнем месте.

Почему в менеджменте ограничений так важен генерируемый доход? На каком основании ему принадлежит первое место, вложениям — второе, а операционным расходам — третье? Проще всего ответить вопросом на вопрос: «Зачем существует наш бизнес — чтобы экономить или чтобы зарабатывать?»

Посмотрите на столбиковую диаграмму, изображенную на рис. 3.3. Три ее столбца представляют соответственно операционные расходы, вложения и генерируемый доход. Теоретический верхний предел на графике — бесконечность, нижний — ноль (ни операционные расходы, ни вложения не могут стать отрицательными, генерируемый доход всегда конечен). На практике минимальные значения  $OE$  и  $I$  намного превышают ноль, поскольку нужно тратить, чтобы заработать, а предел увеличения  $T$  гораздо меньше бесконечности. И все же потенциал увеличения чистой прибыли за счет увеличения генерируемого дохода значительно выше, чем за счет сокращения издержек ( $OE$  и  $I$ ).

Кроме того, с сокращением издержек связан определенный риск. Грань между достаточными и недостаточными расходами весьма тонка.



**Рис. 3.3. Ограничения для  $T$ ,  $I$  и  $ОЕ$**

Если слишком сильно урезать  $ОЕ$  и  $I$ , может пострадать генерируемый доход, и невозможно с уверенностью сказать, где именно начинается это «слишком». Помните аналогию с самолетом в главе 2? Подобно тому, как управляющее воздействие по одной из осей способно приводить к изменениям по одной или обоим другим осям, изменение  $ОЕ$  или  $I$  в состоянии повлиять на величину  $T$ . Эти показатели не вполне независимы друг от друга.

Любая организация, которая занималась постоянным совершенствованием в соответствии с концепцией всеобщего управления качеством (TQM), скорее всего, уже немало сделала для сокращения  $ОЕ$  и  $I$ . Вряд ли в этом колодце осталось еще много воды. Повышение генерируемого дохода дает большинству компаний наилучший реальный шанс увеличить свою рентабельность сегодня и в будущем.

Поэтому всеобъемлющая стратегия управления ограничениями уделяет основное внимание генерируемому доходу. Если делать то, что нужно для его повышения (используете ограничение, подчиняете не-ограничения), вложения автоматически выйдут на свой естественный уровень — обычно более низкий, чем до применения методов управления ограничениями. Наконец, теория ограничений предлагает использовать возможности сокращения операционных расходов.

Но занимаясь всем этим, мы должны следить, чтобы принимаемые нами решения никогда не ставили под угрозу нашу способность генерировать доход. Также не следует терять время и рисковать будущим  $T$ , стараясь сегодня сократить операционные расходы. Поэтому в управлении ограничениями снижение  $ОЕ$  — третий приоритет.

## T, I и OE: пример

Давайте посмотрим, каким образом понятия генерируемого дохода, вложений и операционных расходов, которые мы только что обсудили, применяются в реальном мире. Прочтите статью, приведенную на рис. 3.4.

### Доходы Boeing стремятся вывысь

*USA Today*, пятница, 16 июля 1999 г., с. 1Б

Рост доходов на 172% во втором квартале благодаря сокращению издержек

Дэвид Филд, *USA Today*

НЬЮ-ЙОРК — По словам финансового директора Boeing Дебби Хопкинс, которая побывала у нас в четверг, во втором квартале доходы компании подскочили на 172% благодаря запуску программы сокращения издержек. Это была одна из ее первых встреч с прессой после поступления на работу в Boeing в декабре прошлого года. Хопкинс продемонстрировала квартальный отчет, отражающий успехи компании в деле реформирования коммерческого самолетостроения.

Перестройка, — сказала Хопкинс, — идет полным ходом: чистый доход компании во втором квартале вырос до \$701 млн, или 75 центов на акцию, против \$258 млн, или 26 центов на акцию годом ранее. Операционный доход вырос с \$416 млн в 1998 г. до \$793 млн. Суммарные доходы по всем направлениям — от авиалайнеров до космического транспорта и военных самолетов — увеличились на 13% и достигли \$15,13 млрд против \$13,39 млрд год назад. Рентабельность выросла с 1,9% во втором квартале 1998 г. до 4,6%.

Достижения Хопкинс не прошли незамеченными на Уолл-стрит. Цена на акции Boeing, просевшая на треть в 1998 г., в минувшую среду достигла рекордного за последние 11 месяцев значения \$47. В четверг в результате продажи акций на фоне ценового пика котировки упали на 7/8 пункта до \$46,75. Один из способов подхлестнуть стоимость акций, — считает Хопкинс, — это сократить число рабочих мест. До конца следующего года в компании будет упразднено около 48 000 должностей. Максимальное число сотрудников в 1998 г. составляло 238 600 человек.

Для отслеживания улучшений в компании Boeing используются четыре главных контрольных показателя, по которым будет составляться ежеквартальный отчет. Это:

- **Заводские площади.** «Если посмотреть на наши сегодняшние корпуса, это нечто невообразимое», — говорит Хопкинс. У Boeing 124 млн квадратных футов заводских площадей, которые разбросаны по всей стране. Хопкинс поставила задачу сократить их до 122 млн квадратных футов к концу 1999 г. и до 95 млн квадратных футов к концу 2000-го.
- **Количество поставщиков.** Boeing планирует уменьшить количество поставщиков с нынешних 31 500 до 31 000 к концу этого года, затем до 25 000 в следующем году и в дальнейшем довести их число до 18 000.
- **Оборачиваемость товарных запасов.** Компания увеличит оборачиваемость товарных запасов за счет сокращения производственного цикла. Чем больше оборачиваемость, тем быстрее комплектующие будут уходить в производство, освобождая место на складе. Планируется повысить оборачиваемость с текущих 2,5 раза в год до 2,9 раза к концу этого года, затем до 3 раз в 2000 г. и в конечном счете до 4 раз в год. «Чем выше они [ее] сделают, тем больше у них будет денег», — комментирует аналитик компании JSA Research Пол Нисбет.
- **Накладные расходы.** В 1999 г. расходы Boeing сократятся на \$600 млн, в 2000-м — еще на \$1,6 млрд, а затем и еще на \$2,1 млрд.

© 1999 *USA Today*. Все права защищены. Перепечатано с разрешения правообладателя.

Рис. 3.4. Статья № 1 о компании Boeing (*USA Today*)

Как видно из текста, компания Boeing сосредоточила усилия на снижении расходов и получила хорошие результаты — если рассматривать их в краткосрочной перспективе. Но здесь ничего не сказано об увеличении генерируемого дохода (т.е. о повышении объема продаж). Теперь посмотрите на вторую статью (рис. 3.5) — вот в ней генерируемый доход как раз упомянут! Делайте выводы: правильно ли действует Boeing, концентрируя все внимание на сокращении издержек и вложений? Компания экономит на всем подряд, лишь бы увеличить сиюминутную прибыль, а продажи не растут (более того, фактически падают). К 2001 г. она снизит издержки на \$2,7 млрд, сократит штаты (ОЕ) на 20%, а производственные мощности (I) — на 23%. Всего два года назад у Boeing не хватало квалифицированных рабочих и производственных площадей, чтобы вовремя выполнять все заказы на модель 737! Теперь значительная доля рынка перешла к компании Airbus — единственному конкуренту Boeing в мире! Позволит ли сокращение ОЕ и I компенсировать потери Т? Следите за событиями — только время покажет. Могли ли самолетостроители действовать иначе и добиться лучших результатов?

**Airbus в первом полугодии обгоняет Boeing по числу заказов на новые самолеты**  
Напечатано в *Seattle Times*, Новости бизнеса, 20 июля 1999 г.

**Андреа Ротман и Питер Робинсон, Bloomberg News**

ТУЛУЗА, Франция — Компания Airbus Industrie в первой половине 1999 г. обогнала своего конкурента Boeing по числу заказов на производство самолетов. По данным компаний, Airbus планирует продать 234 самолета, а Boeing — всего 120.

Европейский самолетостроитель, второй в мире после Boeing, достиг успеха, стараясь, как и его американский коллега, скомпенсировать резкое сокращение объема заказов на ближайшие несколько лет. Сокращение отчасти связано с тем, что авиакомпания в последние три года заказывали больше самолетов, чем ожидалось, на фоне резкого снижения цен в борьбе за рыночную долю.

За последние полтора года к Airbus перешли от Boeing нескольких самых надежных клиентов. По мнению аналитиков, клиенты разочаровались в Boeing отчасти из-за того, что компания задерживала выполнение заказов, пока боролась с узкими местами в своем производстве. Другая причина снижения спроса на пассажирские авиалайнеры — основную продукцию Boeing — резкий экономический спад в азиатских странах.

«Показатели за полугодие подтверждают, что Airbus сейчас на подъеме, а Boeing никак не перестроит производство», — говорит Дуг Маквайти, управляющий директор шотландской аналитической и консалтинговой компании Arran Aerospace, специализирующейся в области самолетостроения.

Приведенные выше цифры не включают заказ на 50 самолетов Boeing от компании International Lease Finance, который был озвучен в июне, но будет оформлен только в этом месяце.

Несмотря на то, что Boeing превзошел свои прогнозы, объявив на прошлой неделе об увеличении прибыли во втором квартале на 55%, из отчета о доходах, заметил Маквайти, никак не следует, что у Boeing стало больше новых заказов.

© 1999 Bloomberg L.P. Все права защищены. Перепечатано с разрешения правообладателя. Посетите сайт [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com).

**Рис. 3.5. Статья № 2 о компании Boeing (Seattle Times)**



## Учет по генерируемому доходу (по ограничениям)

Традиционный управленческий учет построен на финансовых показателях — чаще всего на себестоимости. В практике управления ограничениями используется учет на основе Т, I и ОЕ, который называется *учетом по генерируемому доходу*, или иногда *учетом по ограничениям*. На самом деле показатели Т, I и ОЕ — это средства, помогающие принимать обоснованные решения, а не полноценный метод учета. По крайней мере, на данный момент для них еще не создана строгая количественная форма, необходимая для выполнения требований по подготовке внешней отчетности для инвесторов и органов налогообложения.

Мы ни в коем случае не предлагаем отказаться от традиционных методов учета, коль скоро они позволяют эффективно выполнять упомянутые требования к внешней отчетности, но тем не менее утверждаем, что управление в соответствии с традиционными принципами учета затрат приводит к неоптимальным результатам для системы предприятия в целом. Соответственно, мы рекомендуем ограничить использование общепринятых методов бухгалтерского учета подготовкой внешней отчетности. Менеджерам все равно необходима рациональная и эффективная методика, помогающая принимать верные тактические и оперативные решения, которые способствовали бы достижению цели организации. Для этого и предназначены Т, I и ОЕ, так что правильнее говорить в связи с ними о *поддержке принятия решений на основе генерируемого дохода*, что мы и будем делать в дальнейшем.

## Глава 4

# ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

**У**спех или неудача любого дела не в последнюю очередь зависит от того, правильно ли выбраны и применяются инструменты. Управление ограничениями — не исключение. Хотя пять направляющих шагов эффективны для тактического и стратегического управления системами любых типов, в конкретных ситуациях характер ограничений и связанных с ними проблем может потребовать несхожих друг с другом инструментов и процедур. Так, использование ограничения будет по-разному происходить в сфере обслуживания и на производстве, методы подчинения для массового и мелкосерийного производства тоже не совпадают. Чтобы уметь в каждом случае определить подходящий инструмент управления ограничениями, нужно знать типы ограничений и их характеристики.

### Типы ограничений

Впервые знакомясь с теорией ограничений, многие удивляются обилию разнообразных факторов, способных стать ограничением для организации. Однако при ближайшем рассмотрении выясняется, что практически любое ограничение можно отнести к одному из семи типов:

1. *Рынок* — всегда первый кандидат на роль ограничения. В любой ситуации, когда спрос ниже мощности системы, мы считаем, что действует рыночное ограничение.
2. *Ресурсы* — еще один напрашивающийся тип ограничений. Под ресурсами следует понимать людей, оборудование или технику, которые участвуют в производстве товаров или предоставлении услуг. Если какой-либо внутренний ресурс не отвечает всем требованиям рынка, он считается действующим ограничением. Вспомогательные (непроиз-

водственные) функции также могут выступать в качестве ограничений данной категории.

3. Ограничение по *материалам* присутствует, когда система не может получить в достаточном объеме сырье или снабжение (например, электроэнергией) для выполнения своих производственных или сервисных задач. Имеется в виду объективный дефицит материалов (или материалов нужного качества), а не ненадежность поставщиков.
4. *Поставщики* также могут быть ограничением, если на них нельзя твердо положиться или они назначают слишком долгий срок выполнения заказа — такой, что за это время успеет упасть спрос на готовую продукцию. Как видите, ограничение по поставщикам — не то же самое, что ограничение по материалам.
5. Все всегда говорят о своих финансовых ограничениях. На самом деле при этом обычно имеется в виду ограниченный бюджет. Собственно *финансовые* ограничения — это нехватка финансовых ресурсов для покрытия долга, т. е. проблемы с денежными потоками. Например, некоторые мелкие фирмы испытывают финансовые ограничения, когда им нужно продать готовую продукцию, чтобы на вырученные средства купить сырье для выполнения новых заказов. При недостатке денег все прочие ограничения отступают на второй план.
6. Ограничения по *знаниям* или по *компетентности* подобны ресурсным. Такие ограничения возникают, когда никому в организации не известно, как сделать то, что требуется для успеха. Например, неумение изготавливать качественные высокоточные детали способно ограничить будущий успех компании. Другой вариант — недостаточная компетентность в вопросах, относящихся к выполнению необходимых задач, — технологиях, маркетинге, управлении информацией. Мы говорим об ограничении по компетентности, только если имеющаяся компетентность в определенном вопросе используется по максимуму и любое ее повышение приведет к увеличению прибыли.
7. Последний и самый распространенный тип — это ограничения, связанные с *правилами* работы. Правила могут быть зафиксированы в письменном документе, но точно так же могут представлять собой просто образ мыслей или культурную традицию. «У нас не принято так поступать», — это ограничивающее правило, даже если оно нигде не записано. «У нас принято поступать вот так», — оборотная сторона той же медали. «Это не у нас изобретено (not invented here)», — еще один пример скрытого ограничивающего правила. Мы относим к этой же категории культурные ограничения — нормы и ценности, ограничивающие возможность повышения эффективности системы.

Ограничения, связанные с правилами работы, — самые коварные, так как если хорошенько разобраться, то окажется, что чуть ли не каждое второе ограничение обусловлено тем или иным правилом. Следовательно, изменения,

необходимые, чтобы правильно выявлять, использовать и расширять ограничения, а также подчинять не-ограничения, неизбежно потребуют пересмотра каких-либо внутриорганизационных правил. Чем сложнее пересмотреть правила, тем вероятнее, что в действительности систему ограничивает именно они, а не физический ресурс.

Мы уже говорили, что подлинных ограничений у системы всегда очень немного. На самом деле в любой момент времени действует только одно ограничение. Как понять, что какое-то ограничение сейчас активно? Вот простое правило: если любое изменение в работе элемента системы непосредственно (и немедленно) повлияет на финансовые результаты, то мы имеем дело с активным ограничением. Например, ненадежный поставщик, скорее всего, не будет активным ограничением, хотя взаимодействие с ним может доставить немало хлопот. Чтобы считать поставщика ограничением, нужно продемонстрировать прямую причинно-следственную связь между повышением его надежности и улучшением — заметным и незамедлительным — финансовых результатов предприятия. Не спешите записывать в ограничения все факторы, представляющиеся вам неблагоприятными, — необходимо выделить только те, которые прямо влияют на достижение компанией ее основной цели.

## Типы ограничений: примеры

Вот несколько типичных примеров, соответствующих типам ограничений, перечисленным выше:

*Рыночное ограничение.* Уровень заселенности курортной гостиницы, который в августе составляет практически 100%, в октябре и ноябре падает ниже 30% (недостаточный объем продаж).

*Ресурсное ограничение.* Заказы на мангалы растут так быстро, что завод металлоизделий задерживает поставки, поскольку соответствующий цех не успевает изготавливать мангалы в нужном количестве (ограничение по мощности). Из-за этого некоторые потенциальные заказчики ищут других поставщиков мангалов.

*Ограничение по материалам.* Заготовка леса замедляется или вообще останавливается из-за того, что у Бюро по управлению землями мало экологически чистой краски, которой должны помечаться деревья, подлежащие вырубке (см. статью на рис. 4.1).

*Ограничение по поставщику.* Фирма, выпускающая резиновые уплотнители, регулярно отгружает нам 2000 уплотнителей, чтобы удовлетворить заказ на 1000 штук, потому что 50% изделий в любой партии бракованные и производитель не умеет отделить их от нормальных (качество/надежность). Эти проблемы с качеством — непосредственная причина потери существенной доли того рынка, который компания могла бы снабжать своей продукцией при существующих производственных мощностях.

Peninsula Daily News (Associated Press), Порт-Анджелес, Вашингтон  
Понедельник, 2 августа 1999 г., с. A5

**Задержки с поставками распыляемой краски мешают работе Службы охраны лесов  
Associated Press**

В этом году в штатах, расположенных за пределами северо-западного региона, заготовка дерева в государственных лесах сократилась на целых 25%, поскольку Службе охраны лесов США не хватает краски, чтобы пометить деревья, подлежащие вырубке. Служба попытается компенсировать дефицит древесины еще до конца этого года.

К настоящему времени дефицит краски еще не успел сказаться на продажах древесины в Вашингтоне и Орегоне. «Краска у нас пока есть, но заканчивается, и мы уже сделали срочный заказ», — сообщил представитель организации Рекс Холлоуэй.

Из-за дефицита краски продажи древесины в пяти штатах региона Скалистых гор снизились на 15–25%, как говорят руководители лесной службы. Многие из оставшихся девяти регионов оказались приблизительно в таком же положении, хотя у них еще есть шанс наверстать упущенное до конца года, — считает Энн Бартуска, директор по управлению лесами Службы охраны лесов Вашингтона (округ Колумбия). «Люди, — говорит она, — успешно справляются с ситуацией».

Некоторые лесники, — рассказывает Бартуска, — оставшись без краски, вернулись к старинному способу и метят деревья с помощью зарубок.

С 15 мая агентство прекратило использование масляной краски для пометки деревьев, которые планируется срубить, после того как рабочие пожаловались на ее вредность: эта краска увеличивает число выкидышей и прочих болезней. Но, по словам Бартуска, переход на вододисперсионную краску оказался сложнее, чем ожидалось. На фабрике, производящей краску, произошел взрыв. Администрация общих служб задерживала поставки, а профсоюз лесников никак не мог утвердить новую краску.

«Все, что могло пойти не так, пошло не так», — сказала она, добавив, что Служба охраны лесов передает лесникам столько краски, сколько может.

Объем продаж древесины в регионе Скалистых гор — штатах Южная Дакота, Небраска, Канзас, Вайоминг и Колорадо — в этом году снизится и составит от 700 000 до 1,2 млн кубометров, как написал в своем письме в начале этого месяца лесничий региона Лайл Лаверти. В ответ на это послание на прошлой неделе шесть сенаторов направили письмо главе Службы охраны лесов Майклу Домбеку.

«Такой спад недопустим», — пишут сенаторы из Вайоминга, Южной Дакоты и Колорадо.

©1999, The Associated Press. Все права защищены. Перепечатано с разрешения правообладателя.

**Рис. 4.1. Статья о краске, поставляемой Бюро по управлению землями**

*Финансовое ограничение.* Небольшая компания, поставляющая высокоточные механические детали, берется исполнить заказ в течение трех недель, хотя работа в действительности требует меньше времени. Причина в том, что компании приходится ждать оплаты предыдущего заказа — на вырученные средства она закупит сырье, чтобы выполнить текущий заказ (денежные потоки). Из-за таких сроков поставки потенциальная сделка срывается.

*Ограничение по знаниям/компетентности.* Мелкий производитель теряет заказы, потому что клиентам нужна термообработка по особой технологии, которой компания владеет не очень хорошо (компетентность).

Другому производителю не удастся начать экспорт продукции за границу, потому что никто в компании не знает, как открыть зарубежный филиал (знания).

*Ограничение, связанное с правилами работы.* Совет директоров компании отвергает предложение по разработке нового продукта на том основании, что за два года его производства не удастся выйти на внутренний уровень доходности, превышающий 22% (исторически сложившаяся норма).

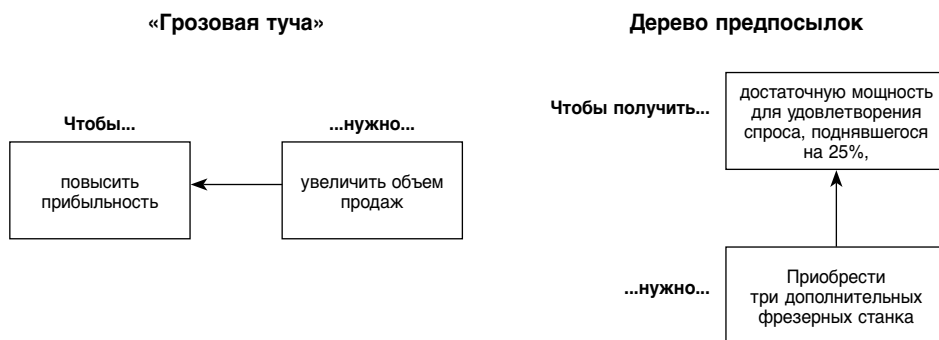
## Процесс логического мышления

Если существует столько типов ограничений, а у большинства из них к тому же есть политическая подоплека, как выявить те ограничения, над которыми нам следует работать? Во многих случаях их не так просто найти. Часто они нематериальны или плохо поддаются измерению, иногда выходят за границы производственного процесса, хотя и продолжают на него влиять, а иногда — особенно если в деле замешаны правила — распространяются по всей организации.

Чтобы упростить анализ сложных систем, Голдратт разработал процесс логического мышления из шести логических диаграмм — деревьев. Дерево текущей реальности (Current Reality Tree, CRT) помогает определить ограничение системы, особенно связанное с теми или иными правилами. Дерево разрешения конфликтов «грозовая туча» (Evaporating Cloud, EC) помогает справиться со скрытыми глубинными противоречиями, мешающими убрать ограничение. Дерево будущей реальности (Future Reality Tree, FRT) служит для тестирования возможных решений и выбора оптимального варианта. Негативная ветвь (Negative Branch, NB) — собственно говоря, разновидность дерева будущей реальности — позволяет выявлять новые разрушительные факторы, способные появиться в результате реализации решения, и избегать их. Дерево предпосылок (Prerequisite Tree, PRT) предназначено для обнаружения и устранения препятствий на пути реализации выбранного решения, а также для выстраивания хронологической последовательности действий, необходимых для выполнения задачи. Дерево перехода (Transition Tree, TT) может упростить процесс разработки пошагового плана реализации решения.

Эти инструменты разработаны специально, чтобы помочь найти ответы на три основных вопроса, возникающих при прохождении первых трех из пяти направляющих шагов: *что изменить, на что изменить и как осуществить изменения?* Мы уже упоминали, что не рассматриваем здесь подробно структуру и применение процесса логического мышления, поскольку это сделано в ряде других публикаций<sup>1</sup>, однако пользуемся логическими деревьями Голдратта для иллюстрации различных выводов относительно производства и ведения бизнеса.

<sup>1</sup> См. Dettmer, 1996; Dettmer, 1998; Scheinkopf, 1999.



**Рис. 4.2. Взаимосвязь между обязательными условиями (пример)**

Поэтому, не рассказывая о том, как строить логические деревья, поясним, каким образом их следует читать. Дерево текущей реальности, дерево будущей реальности, негативная ветвь и дерево перехода — представляют собой деревья причинно-следственных связей и должны читаться с помощью логической конструкции «если... то...». Вы встречались с этим способом, когда читали деревья на рис. В.1 (Типичное дерево текущей реальности для производства) и 2.2. (Третье допущение: дерево текущей реальности). «Грозовая туча» и дерево предпосылок читаются несколько иначе. Это так называемые «деревья необходимых условий», при их чтении используется конструкция «чтобы... нужно...». Например: «Чтобы заработать больше денег — сегодня и в будущем, — *нужно* увеличить генерируемый доход». На рис 4.2 показано, каким образом отношение необходимого условия, представляемое этим утверждением, отображается графически.

## Критическая цепь

Еще один ценный механизм в инструментарии управления ограничениями называется «критическая цепь» — так же, как одна из книг Голдратта (Goldratt, 1997). Критическая цепь дает эффективный способ составления графика работ по проекту, позволяя учитывать неопределенность и разрешать конфликты, связанные с одновременной потребностью в одних и тех же ресурсах. Применение предлагаемой методики планирования и распределения ресурсов повышает вероятность того, что проект будет выполнен в срок, а в некоторых случаях даже досрочно<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Подробнее о практическом применении метода критической цепи см. Leach, 2000; Newbold, 1998.

## Планирование производства с использованием метода «барабан–буфер–канат»

Пожалуй, самый известный из инструментов управления ограничениями, придуманных Голдраттом, — это «барабан–буфер–канат», или ББК (Drum–Buffer–Rope, DBR). Название метода восходит к аналогии, которую использовали Голдратт и его соавтор Джефф Кокс в книге «Цель» (см. Goldratt, Cox, 1992, pp. 103–119), описывая систему с внутренними зависимостями, подверженную случайным колебаниям. Авторы взяли в качестве примера такой системы группу бойскаутов, отправившихся в поход. Барабан задавал темп движения — это была скорость самого медлительного бойскаута, — а буфер и канат служили дополнительными средствами, благодаря которым все остальные бойскауты шли примерно с той же скоростью.

В книге «Гонка», написанной Голдраттом в соавторстве с Робертом Фоксом (Goldratt, Fox, 1986), подробно рассматривается процесс производства, основанный на этих же трех понятиях: метод «барабан–буфер–канат» применяется как способ синхронизации производственного процесса с работой самого маломощного ресурса. В этой книге мы предлагаем новый, упрощенный вариант оригинального метода ББК, разработанного Голдраттом, и сравниваем две версии.

## Вернемся к пяти направляющим шагам

Мы уже обсуждали пять направляющих шагов как один из базовых принципов теории ограничений, но их можно считать и инструментом. Слово «шаг» ассоциируется с некоторой заданной процедурой, хотя в действительности пять направляющих шагов представляют собой скорее концептуальную схему выявления ограничений и управления ими. Переход на абстрактный уровень позволяет разделить эти шаги на стратегические и тактические.

Использование и подчинение увеличивают *сегодняшний* генерируемый доход, помогая нам получить больше от существующих ресурсов. Закономерным результатом выполнения этих шагов будет рост генерируемого дохода, но не нужно рассчитывать на снижение операционных расходов — оно, скорее всего, не произойдет. Повышение ОЕ также маловероятно. Уровень вложений с большой вероятностью снизится сам по себе, либо его можно будет безболезненно уменьшить. Не исключена и ситуация, в которой I останется прежним, однако он вряд ли вырастет. Вполне возможно высвобождение скрытых производственных мощностей, которые позволят повысить генерируемый доход без дополнительных издержек. Можно сказать, что путем использования и подчинения мы «выжимаем кровь из камня».

Находя и расширяя ограничения, мы увеличиваем *будущий* генерируемый доход. При поиске ограничения мы можем не только установить, где оно



находится сегодня, но и предсказать, куда оно переместится в дальнейшем. После использования и подчинения в «камне» уже не остается «крови», которую можно было бы выжать. Единственный путь — искать новые «камни», т.е. расширять ограничение. Делая это, мы должны быть готовы к росту операционных расходов, вложений или их обоих — ведь мы увеличиваем производственную мощность, а это стоит денег. Следует ожидать и существенного повышения генерируемого дохода, которое компенсирует или превысит рост ОЕ и I.

Подводя итоги (рис. 4.3), можно считать, что *использование и подчинение* — это тактические шаги. Они служат для максимизации сегодняшнего генерируемого дохода — сообщают нам, где ограничение *сегодня* и что с ним надо делать. *Нахождение и расширение* ограничения — шаги стратегические. Когда мы ищем элемент системы, выступающий в настоящее время ограничением, и принимаем меры, чтобы это ограничение расширить, наши действия не могут не влиять на стратегию системы в целом. Расширение ограничения направлено на максимизацию будущего генерируемого дохода. Иначе говоря, эти два этапа позволяют нам понять, где будет ограничение *завтра*, и что с ним *надо будет* делать.

В приложении А описывается упражнение — игра в кости. Задача игры — показать, как важно оптимизировать всю производственную систему в целом (а не отдельные ее части) и как изменчивость влияет на взаимосвязанные события.

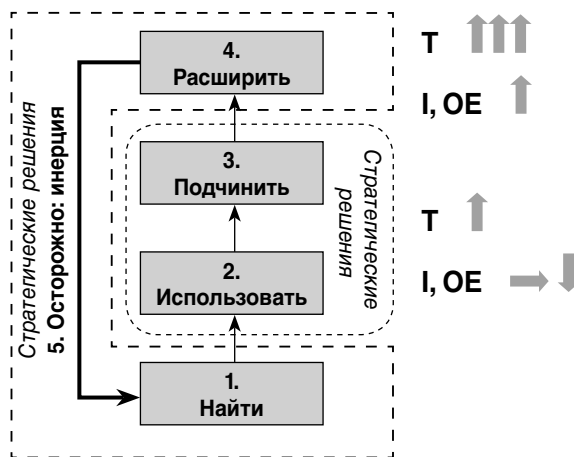


Рис. 4.3. Пять направляющих шагов — стратегические и тактические

## Глава 5

# КАК ВЫПОЛНЯЕТСЯ РАБОТА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

**И**так, мы завершили первое знакомство с теорией ограничений и получили возможность посмотреть, как она применяется, на относительно простом примере игры в кости (приложение А). Обратимся теперь к более реалистичному примеру — производственной ситуации.

Схема движения потоков в производственном процессе прямо влияет на то, как мы используем внутреннее ограничение и подчиняем ему не-ограничения. Производственные процессы различаются структурой, а также характером движения производимой продукции внутри этой структуры. Хотя теория ограничений применима к любым рабочим процессам, ее применение в зависимости от типа процесса будет несколько различным.

Практически все производственные процессы соответствуют одному из четырех стандартных типов, иногда сочетанию типов. Эти типы обозначаются буквами А, V, Т и I, в зависимости от графической формы соответствующей схемы рабочего потока.

### Поток типа А

Поток типа А называется так, поскольку его схема напоминает букву А, — на рис. 5.1 эта буква повернута набок. Потоки типа А обычно начинаются с широкого ассортимента материалов, которые тем или иным образом объединяются в процессе производства, давая на выходе более узкий ассортимент готовой продукции. Потоки типа А характерны по большей части для сборочных производств — мастерских, работающих по заказам, авиационных заводов, заводов бытовой техники и электроники.

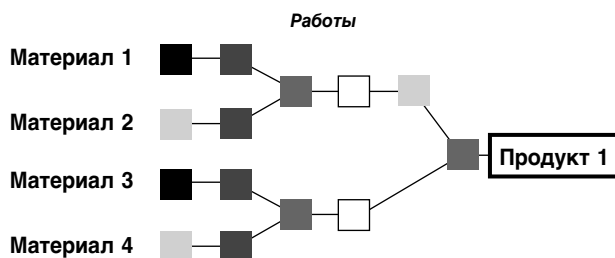


Рис. 5.1. Поток типа А

## Поток типа V

Второй тип потоков назван по сходству с буквой V. На рис. 5.2 она, как и буква А на рис. 5.1, повернута набок. Стандартный поток типа V начинается с очень малого ассортимента материалов — возможно, всего с одного материала, — а затем ветвится, так что на выходе получается гораздо более широкий ассортимент готовой продукции. Ресурс ограниченной мощности (РОМ), если он есть, обычно располагается вблизи начала процесса. Для заводов типа V характерно дорогостоящее оборудование с длительными сроками установки и наладки.

К типу V относится основная масса потоков в литейном производстве, нефтепереработке, полимерной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Такого рода потоки встречаются и в пищевой промышленности — например, из картофеля можно изготовить полуфабрикаты — картофельные оладьи, картофель фри, картофель по-деревенски, — а также широкий ассортимент чипсов.

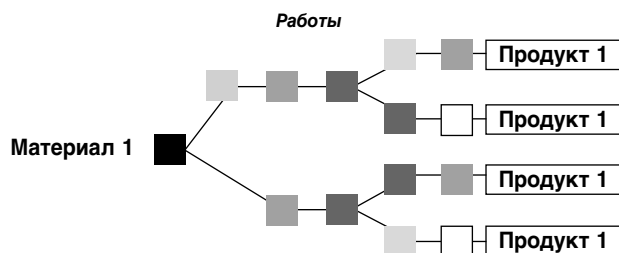


Рис. 5.2. Поток типа V

## Поток типа I

Схема потока типа I (рис. 5.3) выглядит как прямая линия, соединяющая небольшое число разновидностей исходных материалов с небольшим числом разновидностей продукции. К этому типу часто относятся специализированные поточные линии. Такая линия стандартно рассчитана на производство ограниченного ассортимента продукции, причем в каждый момент времени может выпускаться лишь какой-то один продукт. Потоки типа I характерны для пищевой и химической промышленности, прокатного производства, некоторых видов легкой промышленности.

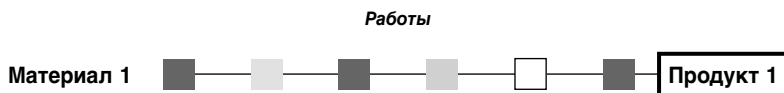


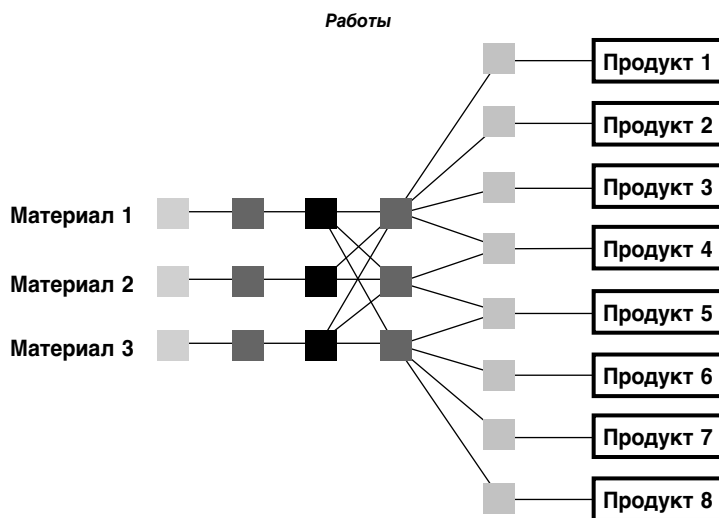
Рис. 5.3. Поток типа I

## Поток типа T

Схема потока типа T, похожая на повернутую букву T, приведена на рис. 5.4. Она представляет ситуацию с ограниченным ассортиментом компонентов, которые можно собирать многими разными способами, получая на выходе гораздо более широкий ассортимент готовой продукции. Заключительная часть процесса, начиная с компонентов, аналогична типу V. Однако первая часть — изготовление компонентов — обычно состоит из слабо связанных друг с другом потоков и сходна с типом A или I. Таким образом, поток типа T, по сути, представляет собой соединение потоков типа V и типа A или I. На рис. 5.4 он начинается по типу I, в точках сборки (в середине) превращается в тип A, а в конце — в тип V.

В производстве типа T нет доминирующего РОМ, поскольку это слишком сложная структура. Спрос на разные конечные продукты обычно колеблется, и нужно, чтобы на всех этапах производственного процесса оставались резервные мощности. Основная масса проблем связана с окончательной сборкой, несмотря на наличие избыточных мощностей. Этот этап становится узким местом главным образом из-за «кражи»<sup>1</sup> компонентов, а также неэффективного или неправильного подчинения. Примерами потоков типа T могут служить производство автомобилей и производство монтажных плат.

<sup>1</sup> Кража в данном случае не преступление, а ситуация, когда в точке ветвления стандартные компоненты намеренно или случайно отправляются не туда. Например, на определенном этапе производственного процесса изготавливается компрессор со встроенным приводом, который монтируется в машины двух типов, и партию компрессоров, предназначенную для установки в машины первого типа, забирает работник с участка по сборке машин второго типа.

**Рис. 5.4. Поток типа Т**

Для каждого из этих типов производственных потоков характерны свои проблемы, но теория ограничений применима (и эффективна) во всех случаях.

## Условия производства и их специфика

Помимо типов рабочих потоков — А, V, Т или I — предприятия различаются условиями производства, зависящими от выбранной ими стратегии удовлетворения клиентских запросов. Любое производство можно отнести к одной из следующих категорий: *производство на заказ, производство на склад или по прогнозу* или *сборка на заказ*. В некоторых работах по управлению производством высказывается мнение о существовании некой корреляции между рабочими потоками и условиями производства: предприятия типа А тяготеют к производству на склад, а типа V — к производству на заказ, поскольку, как считают авторы этих работ, ассортимент готовой продукции для типа А значительно уже, чем для типа V. Однако в наши дни у большинства предприятий типа А ассортимент значительно расширился. Некоторые из них — мастерские, изготавливающие полностью индивидуализированные изделия, а значит, неспособные эффективно производить на склад. С другой стороны, многие заводы типа V применяют производство на склад, часто с опорой на прогноз, поскольку клиентам нужна очень быстрая реакция.

По-видимому, тип потока и стратегия производства (на заказ, на склад или по прогнозу, сборка на заказ) слабо связаны друг с другом. Проблемы,

относящиеся к условиям производства, отличаются по характеру от тех, которые вытекают из типа потока.

Организация до определенной степени сама определяет, к какой категории ей относиться. Иногда, впрочем, ситуация на рынке вынуждает компанию сделать выбор в пользу той, конкретной стратегии. Например, некоторые предприятия принимают для себя решение работать только на заказ и ничего не производят, пока им не закажут конкретную продукцию. С другой стороны, у многих компаний есть клиенты, на запросы которых нужно реагировать с исключительной быстротой, — гораздо скорее, чем компания могла бы принять и выполнить заказ. В таких случаях обычно приходится производить какой-то запас готовой продукции заранее, чтобы иметь возможность немедленно отгрузить ее при поступлении заказа. Размер этого запаса чаще всего определяется на основе прогноза.

Некоторые организации избегают хранения полностью готовой продукции, выполняя частичную сборку — обычно до стадии стандартных узлов, — а затем эти узлы хранятся, пока не поступит конкретный заказ. Такой способ позволяет подстраховаться при длительном производственном цикле. Использование заранее собранных узлов зачастую значительно сокращает время выполнения заказа.

## **Производство на заказ: предпочтительный вариант, если он осуществим**

Теория ограничений максимально поддерживает производство на заказ, рекомендуя применять его везде, где оно только возможно. Для этого есть несколько веских причин:

1. Подчинение рыночному ограничению при производстве на заказ осуществляется проще и эффективнее, чем при производстве на склад/по прогнозу, поскольку с заказчиком налажена прямая связь и нет необходимости гадать, что ему в данный момент нужно, а что нет.
2. Использование внутреннего ограничения, или ресурса с ограниченной мощностью (РОМ), также более эффективно. Система производит только то, что на самом деле нужно рынку, в соответствии с реальными приоритетами.
3. Более понятны истинные уровни мощности и загрузки, так как все, что производится в данный момент, действительно нужно прямо сейчас.
4. Значительно снижается риск устаревания запасов.

Одна из самых опасных ошибок, какую может совершить производственное предприятие, — это перейти от работы на заказ к работе на склад в попытке выровнять загрузку системы (т. е. повысить эффективность не-ограничений). Вторая, тоже очень серьезная, ошибка — это не перейти (хотя бы частично)

к работе на заказ, когда есть такая возможность, но руководство не верит в ее реальность.

## **Производство на склад**

Если производить на заказ так хорошо, почему какие-то компании решают производить на склад? Для начала, это довольно удобно и придает бизнесу стабильность. Мы в любой момент знаем, сколько и чего выпустим на следующей неделе, в следующем месяце и квартале, так что становится намного проще составлять производственные планы.

Еще одна причина — заказы покупателей можно подтверждать на основании информации о наличии продукции на складе — т.е. готовой к отгрузке в тот же момент, — а не на основании обещаний со стороны производства. К тому же, отгружая заказчикам уже готовую продукцию со склада, мы быстрее реагируем на их запросы.

И все же основная причина, почему компании выбирают производство на склад, обычно заключается в том, что длительность производственного цикла больше, чем время, которое заказчики могут и готовы потратить на ожидание продукции. Задача управления ограничениями в производстве — сократить время выполнения заказа настолько, чтобы компания была в состоянии как можно больше продукции изготавливать на заказ, но при этом соблюдать сроки поставки, требуемые заказчиками. Например, если заказчик просит, чтобы продукция была доставлена ему через два дня, и у вас есть возможность за это время ее произвести, зачем вообще хранить на складе запасы готовой продукции помимо минимального резерва? Цель теории ограничений — обеспечить максимальный уровень производства на заказ за счет сокращения фактического срока выполнения заказов.

ТОС отдает предпочтение производству на заказ по той причине, что в случае производства на склад возникает ряд неприятных проблем. Во-первых, хранение готовой продукции на складе требует расходов — настоящих расходов, а не цифр на бумаге, — которых не возникает при производстве на заказ. Необходимо вложить фиксированную сумму в закупку сырья и материалов для производства продукции, которая затем будет отправлена на склад. Эти средства связаны, так что их уже нельзя потратить на деятельность, непосредственно приносящую доход, ведь необходимо поддерживать товарный запас. Вдобавок определенный процент этого запаса часто «протухает» — морально устаревает, и его становится невозможно реализовать. Тогда товар приходится списывать и уничтожать либо продавать по цене ниже переменной стоимости производства, лишь бы убрать его со склада.

Во-вторых, при производстве на склад гораздо сложнее выводить на рынок новые продукты из-за необходимости сначала избавиться от старой продукции. Компании нужно тщательно планировать такой переход, чтобы не остаться с нераспроданными запасами.

В-третьих, следить за тенденциями на рынке на основании данных по отгрузке продукции со склада непросто. При производстве на заказ текущие заказы точно отражают спрос, существующий в данный момент. При производстве на склад нужно отслеживать изменение рыночных предпочтений, сравнивая объемы продаж по каждому виду продукции за разные периоды времени.

Наконец, в условиях производства на склад сложнее использовать внутренние ограничения. Использование означает максимизацию дохода, генерируемого ограниченным ресурсом, но когда ресурс поделен между производством того, что сейчас нужно, и того, что не нужно, управление приоритетами значительно усложняется.

Заметим также, что тому, кто перешел в режим производства на склад, сложно вернуться назад. У людей появляется приятное ощущение комфорта, которое им очень не хочется терять.

Хотя производство на заказ обладает явными преимуществами перед производством на склад, в некоторых ситуациях без склада не обойтись. Обычно это происходит, когда рынок задает компании сроки, более короткие, чем производственный цикл. Неспособность компании удовлетворять запросы клиентов с требуемой скоростью приводит к неприятным последствиям как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. В краткосрочной перспективе теряется заказ (сегодняшний T), в долгосрочной перспективе — клиент (будущий T). Но даже если рынок вынудит нас отправлять часть продукции на склад, не стоит переходить в этот режим полностью. Научившись производить продукцию быстрее (сократив производственный цикл), мы сможем чаще работать на заказ и избавимся от необходимости хранить на складе большие запасы. Производство на склад следует сохранять только для случаев, когда другого пути нет. И даже если не осталось резервов сокращения производственного цикла, нельзя принимать производство на склад как единственный способ существования — нужно искать сегменты рынка, где клиенты готовы подождать чуть дольше в обмен на дополнительную выгоду (например, скидки). «Дольше» здесь означает не недели или месяцы, а скорее дни.

### **Производство по прогнозу: разновидность производства на склад**

Значительное число компаний планируют объемы производства на основании прогноза продаж. На первый взгляд кажется, что это прогрессивный способ по сравнению с традиционным производством на склад и что с ним удачнее решается проблема сроков поставки, которые короче производственного цикла. Прогнозирование также широко используется при закупке материалов. Давайте сначала обсудим роль прогнозирования в планировании производства, а затем перейдем к снабжению.



Использование прогнозов обосновывается просто. Нам хотелось бы производить продукцию только на заказ. Но это не всегда возможно, так как некоторые клиенты недостаточно терпеливы и не готовы ждать, пока у нас пройдет полный производственный цикл. Если мы не в состоянии ни уговорить клиента ослабить свои требования в отношении сроков поставки, ни сократить производственный цикл настолько, чтобы выдержать эти сроки, приходится производить продукцию, еще не имея на руках твердого заказа. Судя по всему, есть два варианта действий. Первый — производство на склад. Как мы уже говорили, при этом необходимо определить фиксированную точку повторного заказа на основании грубой оценки будущего спроса. Второй путь — производство по прогнозу — намного изощреннее. Здесь нужно предсказывать будущий объем продаж и строить производственные планы на основе сделанных предсказаний.

Преимущество производства по прогнозу перед производством на склад заключается в том, что с ним мы можем заглядывать гораздо дальше в будущее, а значит, более равномерно распределять загрузку производственных мощностей на протяжении года и значительно сократить складские запасы. Таким образом, этот способ явно лучше. Или все-таки нет?

В действительности выбор в пользу производства по прогнозу очевиден, только если прогноз *очень* точный. К сожалению, в реальном мире это редко так. Кроме того, принимать решения на основании прогнозов совсем не просто. Рассмотрим простой пример. Предположим, что, согласно прогнозу, продажи продукции P109 в феврале должны составить 100 единиц. Это самый точный прогноз, какой можно получить. Срок производства составляет для P109 около месяца, на календаре 1 января. Забудем на время о том, что прогноз охватывает продажи, которые будут происходить в течение всего месяца. Сколько единиц продукции мы должны произвести за январь? Верно ли, что нам нужен запас ровно в 100 единиц продукции P109 к 1 февраля? Вовсе нет. В большинстве случаев необходимый запас будет превышать прогнозируемый объем продаж.

Почему? Чтобы принять обоснованное решение, требуется очень важная дополнительная информация, которой обычно нет, — *ошибка прогноза*. Прогноз дает ожидаемое, т. е. усредненное значение объема продаж, и даже когда это значение определено точно, фактический объем продаж может отличаться от предсказанного. Ошибка прогноза — это величина возможного отклонения от ожидаемого значения. Вероятность того, что продажи P109 в феврале составят именно 100 единиц, крайне низка. Фактически они почти наверняка будут больше или меньше. Что же делать?

Самое распространенное решение — определить уровень страхового запаса. Каким он должен быть — 10, 20 или 100% от предполагаемого объема продаж? Рекомендуемое значение обычно лежит в диапазоне от среднеквадратичного отклонения ошибки прогноза до удвоенной величины этого отклонения, в зависимости от требуемого руководством качества обслуживания. На практике ошибка прогноза учитывается очень редко, да и качество обслуживания измеряется далеко не в каждой компании.

Есть две причины, почему мы нечасто встречаемся с ошибкой прогноза. Во-первых, когда прогнозы основываются на интуиции маркетологов, понятие ошибки вообще неприменимо. В качестве альтернативы можно задать вероятный диапазон значений: например, указать, что в феврале объем продаж составит от 70 до 130 единиц. Впрочем, даже этот упрощенный вариант используется нечасто.

Во-вторых, когда доступны данные, позволяющие рассчитать ошибку прогноза, и есть компьютерные алгоритмы для такого расчета, ошибка может оказаться такой большой, что целесообразность самого прогнозирования начнет вызывать сомнения. Допустим, ошибка прогноза на февраль равна 200, что в два раза больше предполагаемого объема продаж. Ошибка, превышающая прогнозируемое среднее значение, — вполне возможное явление. Но когда в системе столько шума, сам прогноз не представляет реального интереса. Предположим, продажи ежемесячно растут на 5%. Это очень хорошая тенденция, но если шум в системе существенно выше, у нас может уйти очень много времени на то, чтобы ее выявить. Вдобавок, в любом алгоритме прогнозирования обязательно есть ошибки.

Стремясь повысить точность прогнозов, компании прибегают к оценке совокупного спроса. Конечно, совокупные прогнозы во многих случаях бывают гораздо надежнее, но полезнее они от этого не становятся. Пусть, например, у нас есть семейство продуктов под названием P100, включающее продукты от P101 до P109. Прогноз суммарного объема продаж для группы P100, может быть, и хорош (ошибка относительно мала), однако решения, связанные с планированием производства, относятся по большей части к отдельным позициям. Если, скажем, решить, что на изделие P109 приходится 12% от общего объема продаж группы P100, получится слишком грубое приближение, угрожающее надежности совокупного прогноза. В результате у нас будет весьма неопределенный прогноз продаж P109 и очень слабая основа для планирования.

Кстати, интересно, что компании, планирующие производство на основе прогнозов, часто страдают одновременно и от излишков, и от дефицита продукции. На большинстве рынков объем продаж сильно колеблется. В таких условиях производство на склад гораздо выгоднее, поскольку оно позволяет быстрее реагировать на изменения спроса. В дальнейшем мы увидим, что это очень хороший механизм контроля, способный сигнализировать о возникновении ряда проблем, в том числе о резком увеличении спроса, при котором текущий уровень пополнения запасов может оказаться недостаточным.

При производстве по прогнозу осуществлять активный контроль просто. На самом деле единственный действенный способ состоит в постоянном обновлении прогноза, которое в дальнейшем приводит к пересмотру планов. Парадоксально, но факт: стремление заглянуть далеко вперед заставляет переходить к производству по прогнозу, а с прогнозами расхождений между планированием и исполнением становится больше, чем без них, так что отдаленная перспектива выглядит менее отчетливой!

И все же прогнозирование помогает планировать производство. Так, не вызывает сомнений, что это единственный эффективный инструмент в ситуации, когда пики продаж наступают и проходят в течение коротких промежутков времени. В подобных случаях невозможно рассчитывать на правило о постоянном пополнении запасов до фиксированного уровня — ведь остро необходимо решить, сколько продукции произвести до начала пика, а значит, нельзя исходить из текущего объема продаж. Если вам непременно нужно опираться на прогноз, помните, что для эффективного принятия решений требуются *две оценки* — сам прогноз и ошибка прогноза. Конечно же, хорошо знать средний объем продаж в период пикового спроса, но еще больше пользы может принести информация о том, насколько обосновано это предположение и как низко может опуститься фактический объем.

В случае производства на склад прогноз следует рассматривать как вспомогательный инструмент контроля. Он поможет составить представление о том, правильно ли рассчитана текущая норма пополнения запасов. Принимать решение относительно пересмотра этой нормы можно только тогда, когда прогноз существенно отличается от обычного уровня запасов.

Уровень пополнения запасов служит при производстве на склад буфером, защищающим нас от двух независимых факторов неопределенности — рыночного спроса и колебаний фактической продолжительности производственного цикла. Прогноз рыночного спроса (включая ошибку прогноза) — это только часть информации для принятия решений. Если прослеживаются четкие сезонные тенденции спроса, следует в соответствии с ними менять норму пополнения запасов.

Другие аспекты производственного планирования острее нуждаются в прогнозах. Планирование производственных мощностей обычно охватывает более длительный период. Для него гораздо лучше подходит совокупное планирование, потому что здесь не нужно точно знать, какие виды продукции будут выпускаться в конкретный момент времени. Требуется оценить приблизительный масштаб, и для этой цели прогнозы вполне подходят.

## **Прогнозы и запасы сырья**

Сложности при управлении запасами сырья связаны с тем, что временной горизонт здесь гораздо шире. Поскольку точность прогнозов снижается по мере увеличения горизонта планирования, надежность планов снабжения, основанных на этих прогнозах, тоже падает, иногда очень резко. Запасами сырья с длительным сроком хранения (что обычно подразумевает достаточно продолжительное использование) чаще всего можно управлять так же, как запасами готовой продукции при производстве на склад, — особенно в тех случаях, когда прогнозы используются как инструмент контроля, для проверки адекватности уровня запасов.

Решения о закупках сырья с ограниченным сроком хранения должны приниматься на основе прогнозов, но прежде чем действовать, необходимо корректировать эти прогнозы с помощью дополнительной информации. Ориентироваться исключительно на цифру прогноза нельзя, следует учитывать другие факторы, такие как ошибка прогноза (или вероятный диапазон значений), цена за единицу сырья, предполагаемые убытки от дефицита сырья, время реакции и надежность поставщика. Решения о закупке сырья и материалов принимаются по сложной схеме, одного прогноза здесь недостаточно.

Разные виды сырья могут существенно различаться с точки зрения стабильности расхода. Одни виды продукции производятся из гораздо более стабильного сырья, чем другие. В любом случае, имейте в виду, что величина запасов сырья зависит от двух практически не связанных между собой факторов: рыночного спроса, который порождает спрос на сырье, и фактических сроков поставки сырья поставщиками. Для отслеживания обоих факторов хорошо подходит механизм контроля «красная линия», который будет рассматриваться далее в этой книге. Он весьма эффективен при определении нормы пополнения запасов и может сигнализировать об угрозе дефицита материалов.

В целом сегодня прогнозирование используется таким образом, что оно скорее вредит производственным системам. В большинстве случаев намного более простая концепция производства на склад может оказаться куда более эффективной, чем производство по прогнозу. Когда же прогноз абсолютно необходим, следует учесть ошибку прогноза или оперировать диапазоном значений. Если какие-то люди планируют производство или снабжение, беря без обработки цифры из прогноза, можно сделать вывод, что они «не выучили уроки».

Голдратт настаивает на том, что любая система может быть оптимизирована только до уровня своего естественного шума и, если пытаться перейти эту границу, система только пострадает. Деминг пришел к аналогичному выводу (см. Deming, 1986). Слишком сильная опора на прогноз как на отражение реальности равносильна попытке оптимизировать систему выше уровня естественного шума.

## **Сборка на заказ**

Альтернативой производству на склад (или по прогнозу) может быть сборка на заказ. На самом деле это соединение элементов производства на заказ и на склад — время работы по заказу сокращается за счет использования заранее собранных промежуточных узлов для готового изделия (обычно выполняется та предварительная сборка, которая требует больше всего времени). Сборка на заказ полезна в тех случаях, когда одни и те же промежуточные узлы могут использоваться в нескольких разных изделиях. Управление производством

промежуточных узлов происходит так, как если бы это было обычное производство на склад, но окончательный продукт все же выпускается на заказ. Принципы ТОС действуют для обеих частей производства.

Подведем краткий итог. Производство на заказ — самый лучший подход. Оно требует достаточно короткого производственного цикла, а этого можно добиться с помощью ТОС. Если производство на заказ невозможно, в качестве первого запасного варианта следует рассматривать сборку на заказ. Следующий по предпочтительности вариант — производство на склад, а к производству по прогнозу допустимо обращаться, только когда больше ничего не подходит и лишь при условии, что обеспечена достаточная точность прогноза. Постарайтесь минимизировать использование производства на склад и по прогнозу, определите такие нормативы запасов готовой продукции на складе, чтобы они восполняли только разрыв между временем выполнения заказа, которое диктует рынок, и наименьшей возможной продолжительностью производственного цикла.



ЧАСТЬ 2

**Традиционный метод  
«барабан–буфер–канат»**





## Глава 6

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЕРАЦИЯМ

**К**ак вы помните, один из самых важных принципов, о которых мы говорили в первой части, заключается в том, что максимальная эффективность системы в целом не равняется сумме эффективности отдельных элементов. Улучшив в энной степени работу каждой из частей процесса, мы не сделаем совершеннее систему в целом и даже можем навредить ей из-за субоптимизации.

Игра в кости, описанная в приложении А, показывает, что все системы обладают внутренними связями и подвержены колебаниям. Даже если мы сбалансируем мощности всех элементов системы, она не сможет слишком долго оставаться в таком состоянии из-за совокупного эффекта колебаний и зависимых событий. Попытка сбалансировать производственную систему приведет к появлению влияющих друг на друга узких мест, которые будут чуть ли не ежедневно перемещаться из одной точки системы в другую. В результате сбалансированная производственная линия будет держать вас в постоянном напряжении: вам придется непрерывно реагировать на проблемы, возникающие то здесь, то там.

Мы обсуждали также пять направляющих шагов, в частности, нахождение ограничения, его использование, подчинение ему всей остальной работы. И каждый раз, когда резко меняется спрос или производительность, ограничением системы с большой вероятностью становится другой фактор.

Рассмотрим теперь применение принципов теории ограничений на примере условной производственной организации.

## Простое производственное предприятие

Давайте рассмотрим простое производственное предприятие. Мы предлагаем вам сейчас оторваться от чтения и перейти к практическому занятию. В приложении В вы найдете описание условного предприятия, называемого Завод-120, а на компакт-диске, приложенном к этой книге — программу MICSS, моделирующую работу этого завода. Она позволит вам управлять Заводом-120 в течение полугода.

Поработав с моделью Завода-120, вы на собственном опыте познакомитесь с дилеммами, которые мы собираемся здесь обсудить. Лучше сначала прочитать приложение В, после него — приложение Б («экскурсию» по MICSS), а затем вернуться к приложению В и запустить модель в соответствии с приведенными

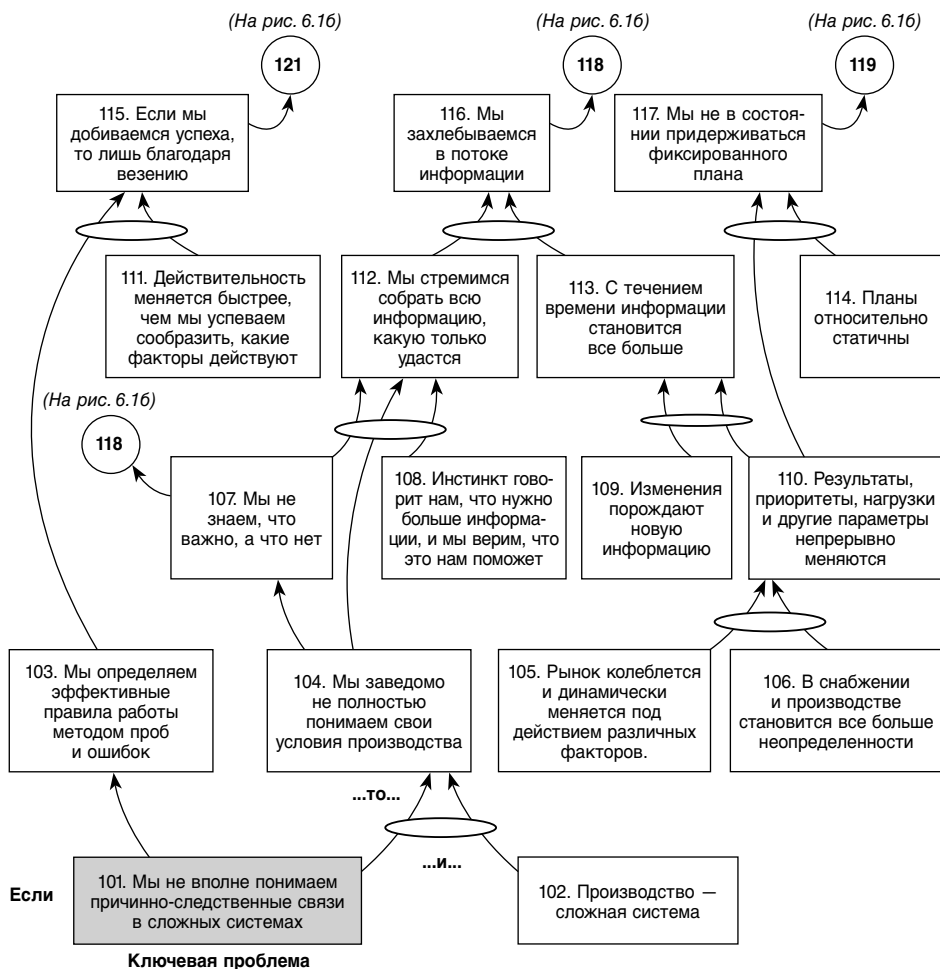


Рис. 6.1а. Типичное дерево текущей реальности для производства



На рис 6.2 вы видите другое дерево текущей реальности. Оно отражает конкретную ситуацию на Заводе-120. Когда мы во время семинаров предлагали участникам поработать с компьютерной моделью Завода-120, у них систематически возникали нежелательные эффекты, указанные здесь под номерами 112, 203, 206 и 207. Если вы пробовали самостоятельно запустить эту модель, то, по всей вероятности, и сами столкнулись с подобными явлениями. Возможно, на вашем предприятии сейчас присутствуют не все проблемы, представленные на двух рисунках, но вы, скорее всего, встречались со многими из них в своей жизни.

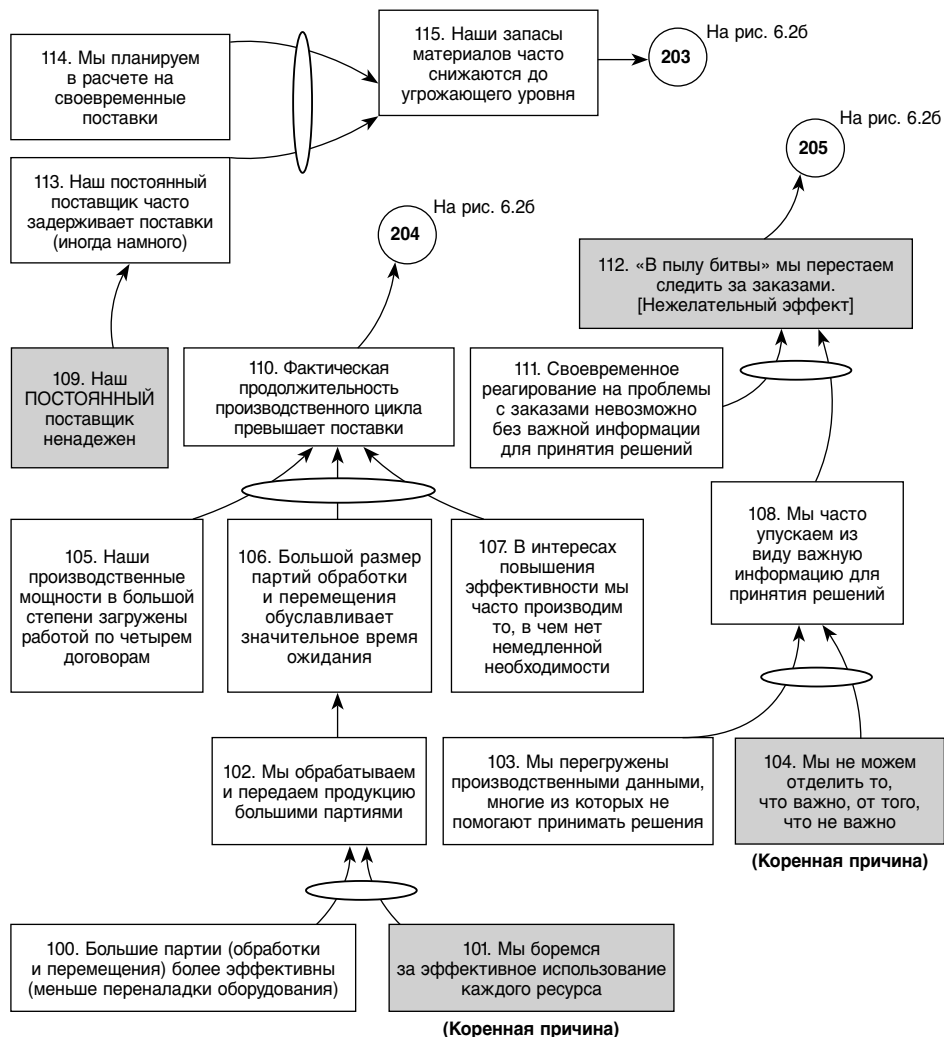
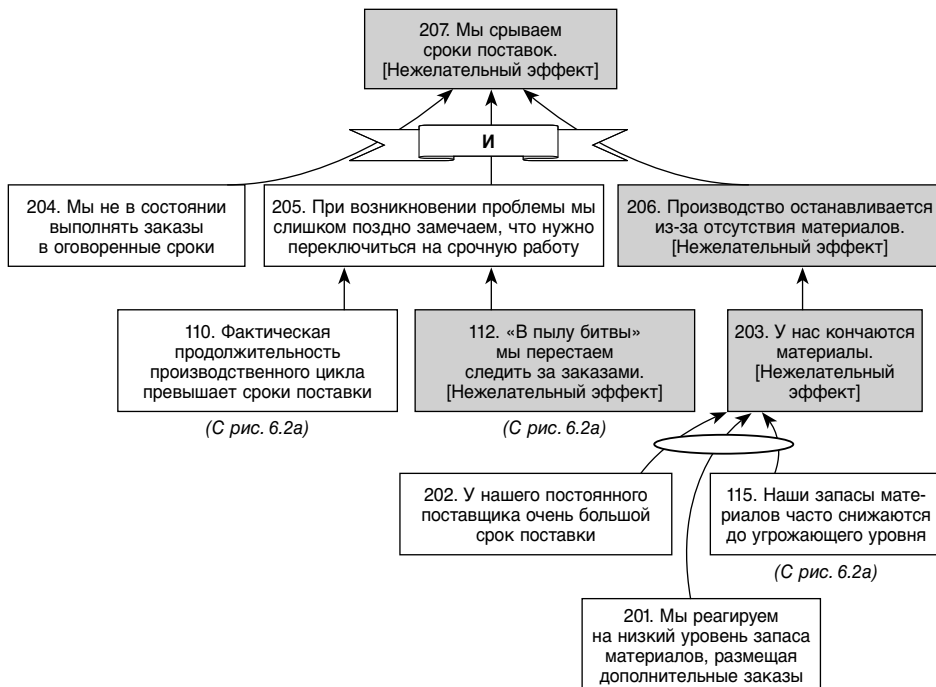


Рис. 6.2а. Дерево текущей реальности для Завода-120



**Рис. 6.26. Дерево текущей реальности для Завода-120**

Проблемы Завода-120 связаны с тремя коренными причинами:

1. Перегруженность информацией (мы не знаем, где искать то, что важно).
2. Ненадежный поставщик.
3. Увлечение повышением эффективности на каждом этапе производственного процесса. Эта концентрация внимания на локальной эффективности проявляется в больших партиях обработки, стремлении минимизировать переналадку и больших передаточных партиях (передаче целых заказов).

Можно с большой долей уверенности предположить, что если эти проблемы уходят корнями в правила, действующие на предприятии, справиться с ними будет непросто. Скорее всего, вам приведут убедительные доводы в пользу сохранения существующих правил. Согласитесь ли вы добровольно сунуть голову в петлю? Ведь если изменения окончатся неудачей, вину возложат на вас. В парадигме управления ограничениями такие расхождения во мнениях обычно изображаются с помощью одного из предложенных Голдратом логических деревьев — диаграммы разрешения конфликтов «грозовая туча». Далее мы рассмотрим три такие диаграммы, которые прояснят сущность сопротивления изменениям производственных правил.

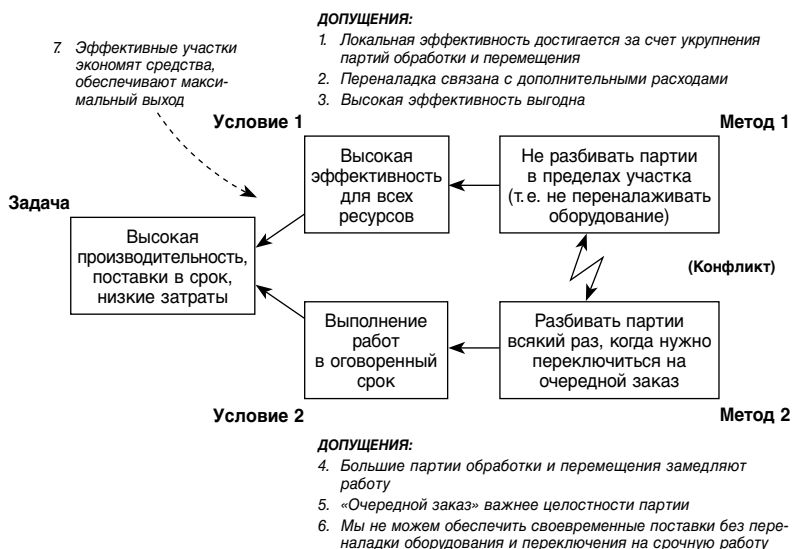


Рис. 6.3а. Конфликт 1: локальная эффективность

## Конфликт 1: локальная эффективность

Ситуацию, представленную на рис. 6.3а, можно назвать конфликтом эффективности. Вам приведут сильные аргументы против того, чтобы разбивать партии, — по большей части те же, что в допущениях, показанных на диаграмме. Но эти аргументы неверны, поскольку, в свою очередь, основаны на ложном допущении, что высокая эффективность отдельных элементов — это хорошо. Мы говорили об этой ошибке, когда обсуждали следствия третьего допущения ТОС (о немногочисленности действительно значимых факторов). Помните наши выводы?

1. Нельзя полностью загрузить все части системы и при этом удовлетворять клиентов (рынок).
2. Опасно даже предпринимать такие попытки, потому что это может отрицательно повлиять на гибкость и время реакции системы, а также на своевременность поставок.

Что это означает применительно к данному виду конфликтов? То, что критическим неверным допущением здесь является Допущение 7, подводящее базу под необходимость повышения эффективности всех ресурсов. Если Допущение 7 неверно, то Условие 1 не является обязательным для выполнения задачи. В таком случае все построение в верхней половине диаграммы логически несостоятельно.

Конфликты, связанные с локальной эффективностью, встречаются часто. Однако для разрешения конфликта недостаточно просто понять, что Допущение 7 неверно. Некоторые основания для того, чтобы сохранить Метод 1, останутся, так как постоянные переналадки, безусловно, вредны. Нужно переформулировать Условие 1 таким образом:

Условие 1: Поддерживать защитную мощность на всех не-ограничениях; не перегружать ресурс ограниченной мощности.

Нам также нужно пересмотреть формулировку допущений. Для Допущения 7 она должна теперь приобрести следующий вид: «Не обеспечив защитную мощность большинства ресурсов, мы не сможем гарантировать приемлемые сроки поставок».

Допущения, на которых основана связь между Методом 1 и Условием 1, будут выглядеть так:

1. Разбивка партий повышает загрузку ресурсов.
2. Повышение текущей загрузки грозит перегрузкой ограничения.
3. При слишком большом числе переналадок не-ограничения превращаются в ограничения.

Но эти изменения (см. рис. 6.36) еще не позволяют разрешить самый распространенный конфликт.



Рис. 6.36. Конфликт 1: локальная эффективность (пересмотренный вариант)

## Конфликт 2: ненадежный поставщик

Второй конфликт (рис. 6.4) связан с ненадежным поставщиком. Он, как и конфликт эффективности, возникает на почве мании снижения издержек везде, где можно. Все допущения — аргументы против замены имеющегося поставщика другим, более быстрым — связаны с (а) экономией на ценах на сырье и материалы и (б) существенной, как кажется, разницей в стоимости доставки (которая реально составляет всего \$500 за заказ).

Если подобная экономия приводит к тому, что мы задерживаем собственные поставки (из-за отсутствия сырья на складе) и, как следствие, можем лишиться договоров с текущими заказчиками, которые предпочтут более надежных поставщиков, то насколько, в самом деле, важна экономия? Можем ли мы понести эти расходы, но все равно остаться в плюсе? А может быть, даже зарабатывать больше, чем сейчас?

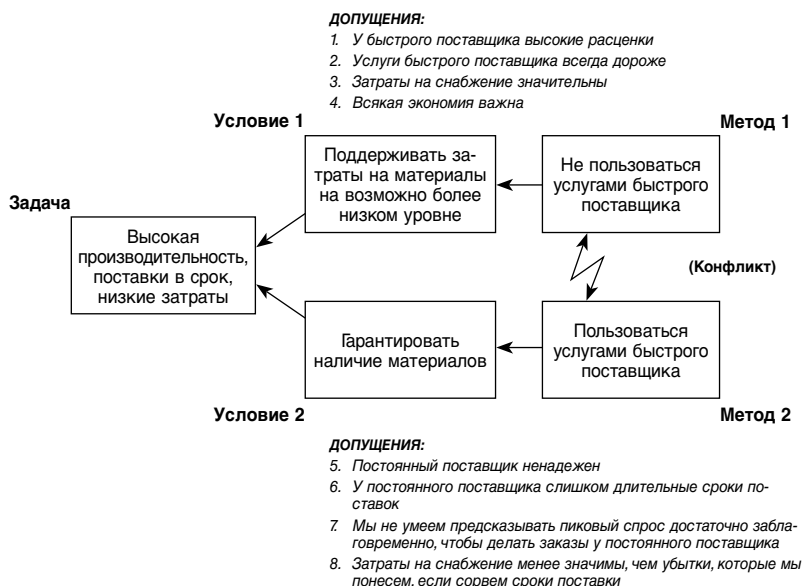


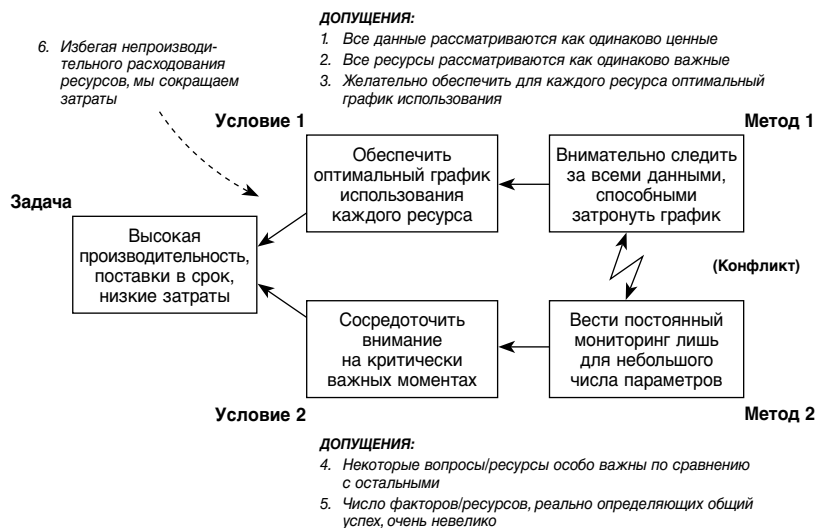
Рис. 6.4. Конфликт 2: ненадежный поставщик

## Конфликт 3: информационная перегрузка

Третий конфликт (рис. 6.5) можно назвать конфликтом информационной перегрузки. Он проистекает из нашего инстинктивного стремления, потерявшись, искать дополнительную информацию, когда на самом деле нам требуется выделить важную информацию из всего, что у нас уже есть. (Что бы вы предпочли: больше информации или нужную информацию?)



В книге «Синдром стога сена» Голдратт определяет информацию как «ответ на заданный вопрос» (Goldratt, 1990, р. 6). Все остальное — просто данные. Прежде чем искать ответы, нужно задать правильные вопросы. Итак, какие же вопросы мы зададим про Завод-120? За чем нам следует наблюдать, чтобы вовремя выявлять проблемы и предотвращать негативные последствия? Что мы можем сделать, чтобы не дать этим проблемам возникнуть? Данные сами по себе не дадут нам ответа — в лучшем случае их будет огромная груда, с которой придется изрядно повозиться, чтобы синтезировать информацию.



**Рис. 6.5. Конфликт 3: информационная перегрузка**

## Инъекции: разрешение Конфликта 1

Что можно сделать, чтобы разрешить конфликт эффективности? Действия, направленные на разрешение конфликтов, Голдратт предложил называть «инъекциями» — по аналогии с лекарством, которое врач вводит больному. В случае с конфликтами инъекция — это элемент ситуации, отсутствующий в ней в настоящий момент, что-то, что нужно туда ввести.

Инъекции обычно заменяют один или оба конфликтующих метода. Попробуем проделать это с измененной формулировкой конфликта (рис. 6.36), заменив Метод 1 в верхней части диаграммы — «Не разбивать партии в пределах участка». Инъекции формулируются для двух вариантов описания конфликта между методами 1 и 2.

Итак, мы хотели бы сохранить Метод 2, а также с самого начала сократить размер партий, предусматриваемых главным планом-графиком производства. В конкретном случае Завода-120 оптимальный размер партии, очевидно, будет

в точности соответствовать объему заказа, а не фиксированному значению, меньшему, чем принятый сейчас размер партии обработки. В действительности сокращение размера партии в плане-графике повлечет необходимость в дополнительной переналадке большей части оборудования. Поэтому если мы знаем, какой ресурс является системным ограничением (имеет ограниченную мощность), важно проверить, какое дополнительное количество операций по переналадке этого ресурса мы можем допустить. Но мы не волнуемся о потерях времени из-за дополнительных переналадок, пока загрузка ресурсов не приблизится к полной — другими словами, пока не-ограничения не начнут превращаться в ограничения. Пока почти у всех ресурсов, задействованных в нашем производственном процессе, есть защитная мощность (о чем можно судить по уровню их загрузки и приблизительной оценке мощности), можно не слишком беспокоиться по поводу их переналадки. Однако чтобы позволить себе подобную роскошь, мы должны следить за появлением новых ограничений и выявлять их до того, как они выльются в серьезную проблему.

## Передаточные партии

Есть и еще одно правило, которое необходимо изменить. Руководство Завода-120 позволяло загружать ресурсы работой по заказу только при наличии полного набора компонентов на весь заказ. Это равносильно перемещению партий, размер которых равняется размеру производственного заказа. Такие правила встречаются очень часто. Незавершенное производство (НЗП) стандартно передается с участка на участок целыми партиями. Базовая логика MRP-систем также предполагает, что партии перемещаются как неделимые единицы.

Работа специализированных конвейерных линий строится иначе. Пока линия загружена производством конкретного вида продукции, обрабатываемые изделия перемещаются между постами по одному. Классический пример — автомобильный конвейер Генри Форда, по которому один за другим двигались автомобили. Но можно ли применить такой принцип в мелкосерийном производстве? Конечно, да! В ТОС для этого используется понятие передаточной партии — так называется минимальное число деталей, которые могут перемещаться между участками.

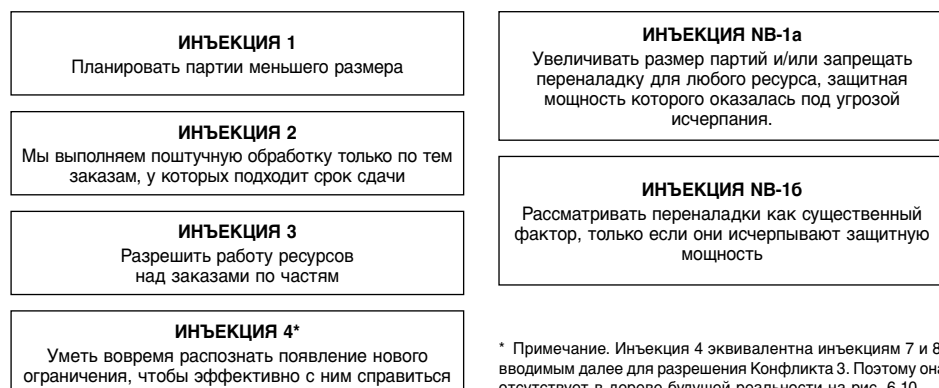
Одна из наиболее важных особенностей ТОС и других методик, таких как бережливое производство, заключается в том, что они допускают размер передаточной партии, не равный размеру партии обработки. На самом деле размер передаточной партии в большинстве случаев должен равняться единице или стремиться к ней. Это не значит, что любая самая крохотная деталь должна тут же передаваться на следующий этап обработки, но необходимо, чтобы подобная передача, если потребуется, была возможна (и официально разрешена).

Стандартное объяснение для передачи НЗП только целыми партиями заключается в том, что иначе менеджерам сложно работать с документами и контролировать выполнение конкретных производственных заказов. Но

спросите себя: неужели упрощенный документооборот настолько нам нужен, что мы *действительно* готовы сделать его ограничением для всей организации? *Действительно ли* мы теряем контроль, допуская разделение заказов между несколькими этапами производственного цикла? Как показывает опыт, использование партий перемещения, строго равных по размеру партиям обработки, обходится предприятиям очень дорого с точки зрения длительности производственного цикла и соблюдения сроков поставки.

Итак, мы хотим перемещать НЗП от одного этапа обработки к другому более мелкими (перекрывающимися) партиями. В MICSS каждое изделие, обработанное на одном из этапов производственного процесса, автоматически передается на следующий этап. Тем не менее для начала обработки этого изделия на следующем этапе нужно получить разрешение на работу с неполным производственным заказом, и поэтому нет смысла перемещать изделия по одному. Изменив в MICSS правило «Работа с заказами» с «Заказ целиком» на «Заказ частично» («Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования»), мы разрешим рабочим участкам начинать обработку изделий до того, как до них дойдет вся партия обработки. Это то же самое, что разрешить перемещение изделий малыми партиями, хотя мы и не оговариваем конкретный размер передаточной партии. Попробуйте проделать это самостоятельно, и вы увидите, к каким существенным результатам приведет изменение данного правила.

Правило «партия перемещения равняется партии обработки», которое мы оспариваем, косвенно связано с конфликтом эффективности. При использовании малых передаточных партий какой-то участок может переключиться на следующую партию обработки до того, как будет полностью готова предыдущая, потому что комплектующие для оставшейся части застрянут на одном из более ранних этапов. Следовательно, желание сократить число переналадок может проявляться и в этом случае. Но чаще это распространенное заблуждение обусловлено заботой об эффективности — как документооборота, так и производственных ресурсов. Поэтому коренная причина



\* Примечание. Инъекция 4 эквивалентна инъекциям 7 и 8, вводимым далее для разрешения Конфликта 3. Поэтому она отсутствует в дереве будущей реальности на рис. 6.10.

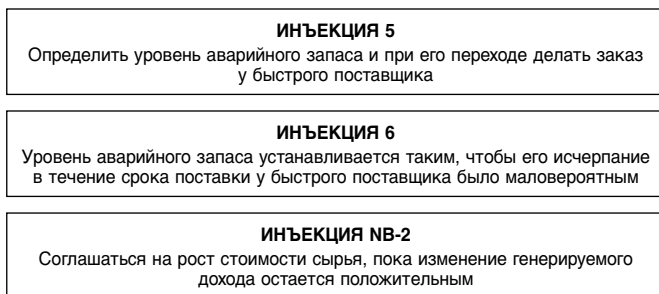
**Рис. 6.6. Инъекции для разрешения Конфликта 1, Завод-120**

существования такого правила заключается в стремлении к повсеместной эффективности, составляющем суть первого конфликта.

Четыре инъекции, необходимые для разрешения Конфликта 1, перечислены на рис. 6.6. Две дополнительные инъекции — NB-1a и NB-1b — необходимы для того, чтобы избежать возможных негативных последствий от Инъекции 1 (см. далее рис. 6.11).

## Инъекции: разрешение Конфликта 2

Конфликт 2 знаком многим организациям и может быть связан как с поставщиком, так и с другим сторонним субподрядчиком. Из-за выгодных цен вы работаете с медлительным и не слишком надежным поставщиком — иначе говоря, получаете ровно то, за что заплатили.



**Рис. 6.7. Инъекции для разрешения Конфликта 2, Завод-120**

Как всегда при разрешении конфликтных ситуаций, мы ищем способ выполнить условие о низкой цене на сырье, но так, чтобы оно всегда было у нас, когда нужно. Для этого нам, скорее всего, придется смириться с некоторым повышением стоимости сырья в обмен на гарантию своевременной доставки. Труднее всего здесь будет контролировать расходы на материалы. Нам потребуются три инъекции (см. рис. 6.7).

1. Определите уровень аварийного запаса и заказывайте у быстрого поставщика столько, сколько нужно, чтобы не кончились материалы и не пришлось останавливать производство.
2. Задайте такой уровень аварийного запаса, чтобы его точно хватило на оговоренный срок поставки у быстрого поставщика.
3. Не волнуйтесь по поводу постепенного роста расходов на сырье, пока разность между дополнительной выручкой от реализации и дополнительными затратами на сырье остается положительной. Эта дополнительная инъекция NB-2 нужна для того, чтобы предотвратить

негативные последствия переплаты за быструю доставку (рис. 6.12, дальше в этой главе).

Необходимо различать аварийный запас и традиционный страховой запас. Менеджеры по снабжению обычно рассматривают любое количество сырья, превышающее среднее потребление, как страховой запас. Например, если средний расход сырья за неделю составляет 50 единиц, а мы держим на складе 80 единиц, то у нас есть 30 единиц страхового запаса. Уровень аварийного запаса — это количество сырья, нужное, чтобы поддерживать выполнение твердых заказов. Когда уровень запасов опускается ниже аварийного, пора делать срочный заказ. Наша дальнейшая судьба будет зависеть от того, успеем ли мы получить этот срочный заказ, прежде чем закончатся наши запасы.

Рассмотрим пример. Предположим, что в течение последнего года мы выпускали в неделю в среднем 50 единиц продукции A1 и A2, а у нашего самого быстрого поставщика обычный срок выполнения заказа — два дня. Какое количество сырья мы должны держать в качестве аварийного запаса, где проходит «красная линия» для сырья Y1, Z1 и Z2? На два дня работы при еженедельном выпуске 50 единиц готовой продукции предприятию потребуется по 20 единиц Z1 и Z2, а также 40 единиц Y1 (Y1 идет на производство и A1, и A2).

Но как насчет закона Мерфи и непредсказуемого рыночного спроса? Даже у самых надежных поставщиков бывают неожиданные задержки в производстве, а при резком повышении рыночного спроса объем производства может превысить запланированный нами уровень, пока мы будем ждать быстрой доставки. Как снизить риск полного исчерпания запасов сырья? Наверное, чтобы подстраховаться, хватит аварийного запаса, в два раза большего, чем средний расход сырья за два дня — время, которое обычно нужно для срочного пополнения запасов. Таким образом, можно поддерживать аварийный запас сырья Y1, Z1 и Z2 на уровне 80, 40 и 40 единиц соответственно.

Возможно, возражение о том, что аварийный запас Y1 не обязательно делать таким большим, поскольку одновременное резкое повышение спроса сразу на два вида изделий — большая редкость. В целом это близко к истине, но в данном конкретном случае сырье Y1 сравнительно дешево, а потенциальный ущерб от потерь генерируемого дохода вследствие его нехватки весьма высок (остановится работа всего цеха), поэтому такое решение представляется достаточно обоснованным.

## **Страховой и аварийный запасы**

Продолжим обсуждение различий между аварийными и традиционными страховыми запасами. Менеджеры по снабжению, как уже говорилось, считают страховым любой запас, превышающий среднее потребление. Пусть, например, среднемесячное потребление составляет 220 единиц, запасы пополняются ежемесячно и в начале каждого месяца на складе должно быть 300 единиц сырья. В таком случае мы запланировали 80 единиц страхового запаса.

Уровень аварийных запасов определяется как количество сырья, необходимое для поддержания производства в рамках твердых заказов. Если запасы сырья уменьшатся до уровня ниже аварийного, нужно либо надавить на поставщика, чтобы тот ускорил доставку уже заказанного сырья, либо сделать срочный заказ у самого быстрого из наших поставщиков и надеяться, что он доставит сырье до того, как наши запасы будут полностью исчерпаны.

Итак, падение запасов ниже аварийного уровня, очевидно, инициирует неотложные меры по их восполнению. Требуемый уровень аварийных запасов гораздо ниже уровня страховых запасов. Страховые запасы нужны, чтобы компенсировать отклонения от среднего уровня потребления сырья. Аварийные запасы предназначены для тех ситуаций, когда большая часть резерва закончилась и есть реальная опасность остаться совсем без сырья, если не принять срочные меры. Уровень этих запасов в основном зависит от того, какие варианты у нас есть для восполнения недостачи.

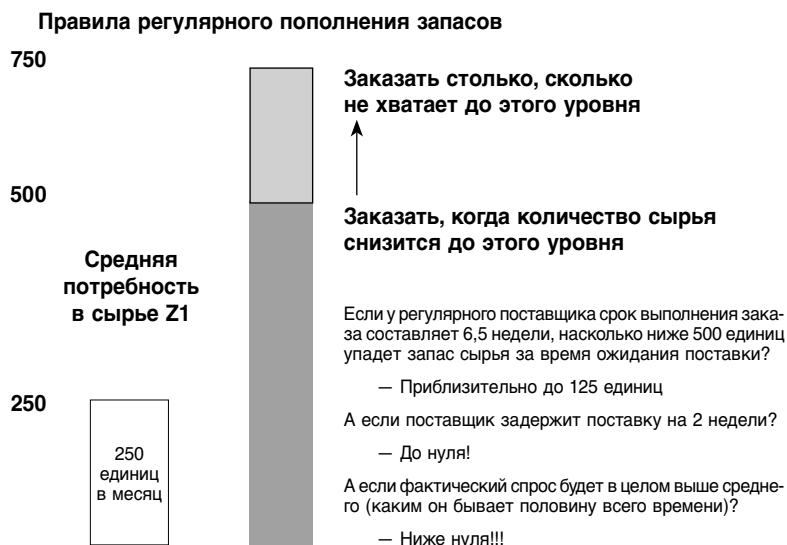
Рассмотрим еще один пример (рис. 6.8). Пусть средний расход сырья Z1, которое нужно для производства продукции A1, составляет 250 единиц в месяц, целевой уровень запасов на складе — 750 единиц, а уровень пополнения запасов — 500 единиц. Это означает, что как только на складе оказывается меньше 500 единиц Z1, предприятие автоматически отправляет заказ обычному (самому дешевому) поставщику на то количество Z1, которого не хватает до 750 единиц.

Пусть теперь у этого поставщика среднее время выполнения заказа составляет ровно 6 недель. Это означает, что на момент размещения заказа нам для удовлетворения наших потребностей нужно иметь в запасе в среднем 375 единиц сырья. Страховой запас будет составлять порядка 125 единиц, что даст уровень пополнения запасов в 500 единиц. Заказ делается, как только запас становится меньше 500 единиц, но фактическое количество сырья продолжает сокращаться до момента прибытия заказа. Поскольку рыночный спрос способен подняться значительно выше среднего уровня, а поставщик может задержать поставку, есть немалая вероятность, что все оставшиеся запасы сырья закончатся до того, как прибудет новая партия. Конечно, нам бы хотелось предотвратить подобную ситуацию. Но как?

Предположим, у нас есть поставщик, который в состоянии доставить продукцию в среднем за два дня. В крайнем случае мы можем воспользоваться его услугами, но цены у него выше, чем у нашего обычного поставщика, поэтому мы стараемся по возможности этого избежать. Мы бы предпочли определить такую политику управления запасами, чтобы она позволяла нам поддерживать запасы сырья на минимальном уровне и все-таки подстраховаться от необходимости обращаться к дорогому (но быстрому) поставщику.

Каким должен быть уровень аварийных запасов («красная линия») для материала Z1? Если среднемесячный расход составляет 250 единиц, то средний расход за два дня — 24 единицы. Но не будем забывать о таких возможностях, как непредвиденная задержка срочной поставки или внезапное повышение рыночного спроса (в результате чего мы в период ожидания станем выпускать больше, чем запланировали, и превысим расход сырья). С учетом этого будем

считать достаточным уровень, равный удвоенной средней потребности в сырье за усредненный период ожидания доставки (два дня), т. е. 50 единиц. Тем самым, если фактический объем запасов Z1 опустится ниже 50 единиц, необходимо сделать срочный заказ быстрому поставщику, чтобы не остаться без сырья.



**Рис. 6.8. Страховой запас и аварийный запас: пример**

## Инъекции: разрешение Конфликта 3

Конфликт 3 связан с нашим типичным деревом текущей реальности для производства (рис. В.1 и 6.1), которое как раз и отображает ситуацию информационной перегрузки. Очевидно, здесь нужно что-то, что позволило бы нам сконцентрировать свое внимание на факторах, действительно важных для эффективности системы. Но нельзя забывать, что даже второстепенные части системы могут отрицательно влиять на ее работу в целом.

Инъекции для этого конфликта, названные на рис. 6.9, уникальны для теории ограничений. Первая — определить ограничение системы, а затем внимательно следить, чтобы его не перегружали, но и не позволяли ему простаивать без работы. Другими словами, мы *используем* ограничение. Вторая инъекция — уделять только минимум внимания не-ограничениям системы, т. е. ресурсам со значительной избыточной мощностью, достаточной, чтобы реагировать на колебания и неопределенность. Мы будем внимательно следить за ними, только когда у них появятся признаки приближения к полной загрузке, а пока таких признаков нет, не станем волноваться на их счет (коль скоро ресурс ограничен мощностью используется по максимуму). Это другая формулировка принципа *подчинения* не-ограничений задаче использования ограничения.

<p><b>ИНЪЕКЦИЯ 7</b></p> <p>Определить ограничение и внимательно за ним следить</p>
<p><b>ИНЪЕКЦИЯ 8</b></p> <p>Вести мониторинг не-ограничений, лишь когда они окажутся под угрозой истощения защитной мощности</p>

**Рис. 6.9. Инъекции для разрешения Конфликта 3, Завод-120**

## Дерево будущей реальности: Завод-120

Как кажется, этих инъекций достаточно, но мы их еще не проверили. Можно протестировать их на модели Завода-120 в программе MICSS, однако если говорить о реальной жизни, то мы, пожалуй, будем чувствовать себя более уверенно после того, как подвергнем их логическому тестированию. Если мы верно оценили ситуацию, тест покажет, что инъекции приводят к тем результатам, которые нам нужны. Если же мы ошиблись, то как минимум убедимся в неэффективности инъекций, прежде чем потратим время и силы, пытаясь изменить правила. К тому же тест, возможно, позволит выявить новые проблемы — те, которых пока нет и которые способны появиться вследствие наших инъекций.

Итак, пусть мы должным образом применили эти инъекции. На рис. 6.10 (а и б) представлено дерево будущей реальности, отображающее предполагаемое развитие событий. Судя по нему, предложенные инъекции действительно приведут к нужным нам результатам. Однако будут и другие последствия — могут возникнуть две новые проблемы.

Первая проблема связана с Инъекцией 1 — планировать партии обработки меньшего размера; соответствующая цепочка причинно-следственных связей (негативная ветвь) показана на рис. 6.11. Чтобы избежать нежелательного эффекта, нужно заранее принять некоторые профилактические меры. Они выражаются в двух дополнительных инъекциях. Одной из них — NB-16 — мы уже касались: считать переналадки существенным фактором, только если они отнимают защитную мощность. Вторая дополнительная инъекция — NB-1a — такова: увеличивать размер партий и/или запрещать переналадку для любого ресурса, защитная мощность которого оказалась под угрозой истощения. Если мы сделаем это в дополнение к Инъекции 1, то, по-видимому, сможем добиться нужного результата и избежать нежелательного эффекта.

Источник второй проблемы (см. рис. 6.12) — инъекции для разрешения Конфликта 2: определить уровень аварийного запаса и при его переходе делать заказ у быстрого поставщика. К нежелательному эффекту здесь, помимо инъекций 5 и 6, может привести еще и закон Мерфи. Поэтому, найдя и удалив эту негативную ветвь, мы окажем себе дополнительную услугу, избавив себя



от риска получить неприятности совсем по другой, не рассматривавшейся нами причине. Инъекция, которую мы используем для этих целей, — NB-2 (соглашаться на рост стоимости сырья, пока изменение генерируемого дохода остается положительным).

Вы готовы испытать эти инъекции на модели Завода-120 в программе MICSS? Начинайте! Измените производственные правила в соответствии с инъекциями из дерева будущей реальности Завода-120 и запустите модель, следуя инструкциям для второго запуска, которые вы найдете в приложении В. Заметили какую-нибудь разницу?

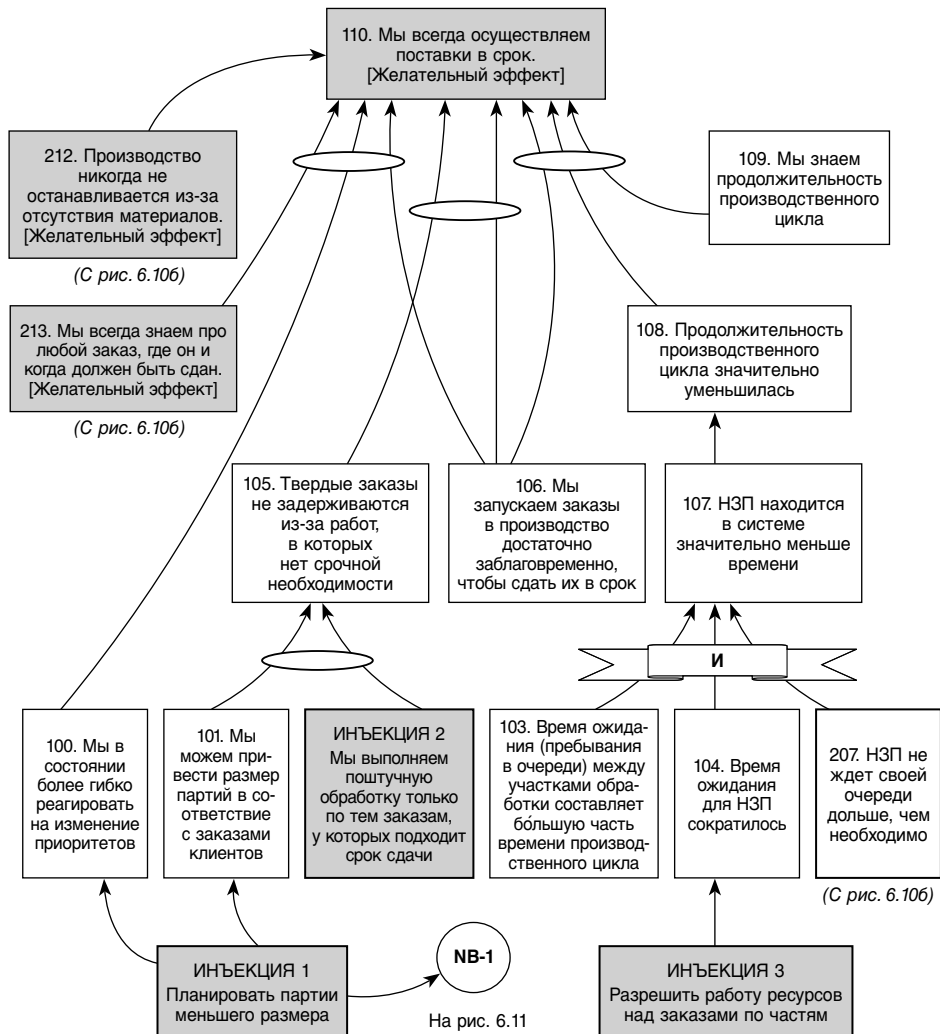


Рис. 6.10а. Дерево будущей реальности для Завода-120



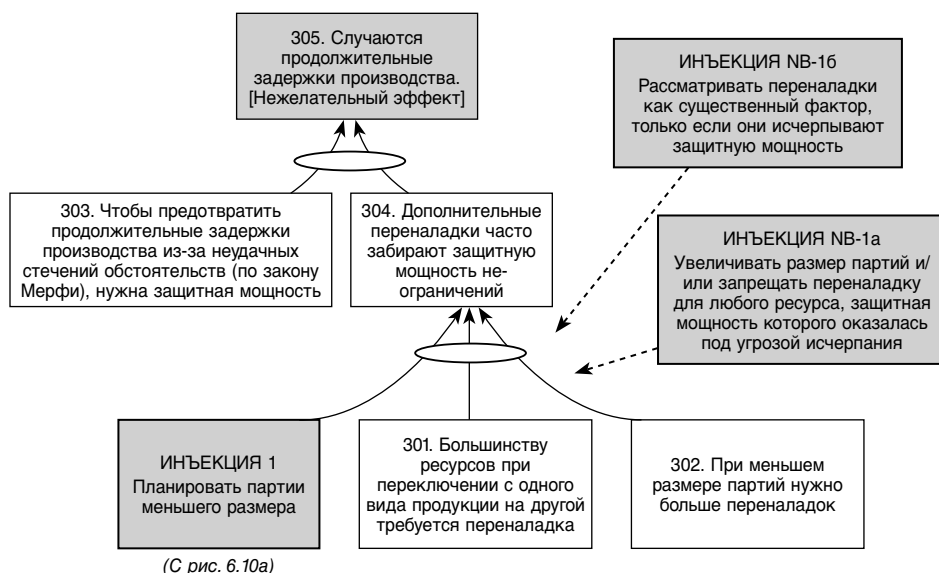


Рис. 6.11. Негативная ветвь 1 для Завода-120

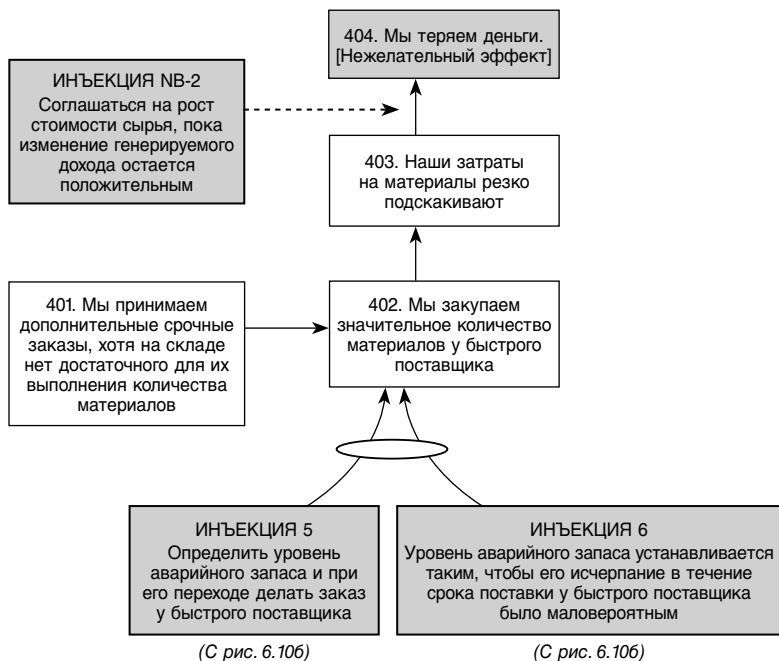


Рис. 6.12. Негативная ветвь 2 для Завода-120

## Типовой производственный конфликт

Иногда два, казалось бы, совершенно разных конфликта в несхожих ситуациях обнаруживают общие черты. Их словесные описания различаются, но суть в обоих случаях одна и та же. Кроме того, одна коренная причина может быть источником целого ряда проблем внутри организации, и вызванные ею конфликты не будут выглядеть похоже. В подобных случаях мы пытаемся сформулировать единую суть всех таких конфликтов, обобщив ее в виде *типового конфликта*.

Типовой конфликт, представленный на рис. 6.13, объединяет все три конфликта, рассмотренных нами для Завода-120, и достаточно характерен для производственных систем. Замечали ли вы что-либо подобное у себя? Даже если нет, запомните эту схему. Возможно, в будущем она поможет вам быстрее распознать конфликтную ситуацию.

Как нам разрешить данный типовой конфликт? Если говорить коротко — с помощью типового решения, которое срабатывает в большинстве подобных ситуаций. Это очень полезно знать: в будущем, столкнувшись с ситуацией типового конфликта, вы сможете сразу обратиться к решению, уже доказавшему свою пригодность, а не изобретать велосипед.

В нашем типовом конфликте оба условия (1 и 2) правомерны, а значит, решение должно удовлетворять им обоим. При устранении этого конфликта лучше всего было бы сохранить Метод 2 и заменить Метод 1, но так, чтобы Условие 1 гарантированно продолжало выполняться. Для этого предназначены две инъекции, показанные на рис. 6.14.

Обратите внимание на ключевое слово в формулировке Условия 1 — «контролировать». Оно означает не то же, что «сокращать» или «не допускать увеличения». Первая инъекция предлагает игнорировать при принятии оперативных решений стоимость производственных мощностей, поскольку в большинстве случаев эти решения никак на нее не влияют. Существует исходная потребность в минимальном уровне мощности для выпуска конкретного ассортимента продукции и обеспечения заданного качества обслуживания. Сверх этого минимума не-ограничениям нужна еще определенная избыточная мощность, чтобы можно было успешно подчинить их ограничению. На самом деле избыточной мощности неизбежно будет еще больше, по той простой причине, что ее можно приобретать только большими порциями. Например, нельзя закупить 38% оператора или станка. Из-за всех этих факторов появляется определенный объем издержек, не зависящий от повседневных решений — например, о том, какому заказу отдать предпочтение и можно ли позволить дополнительную переналадку.

Конечно, здесь предполагается, во-первых, что такие повседневные решения не требуют приобретения дополнительных мощностей — используются имеющиеся избыточные мощности, — а во-вторых, что в результате принятого решения ресурс не должен превращаться во внутреннее ограничение. Тогда, поскольку мы уже заплатили за имеющиеся производственные мощности, мы не понесем никаких дополнительных издержек от того, что не станем загружать их полностью, — только убытки от упущенных возможностей.

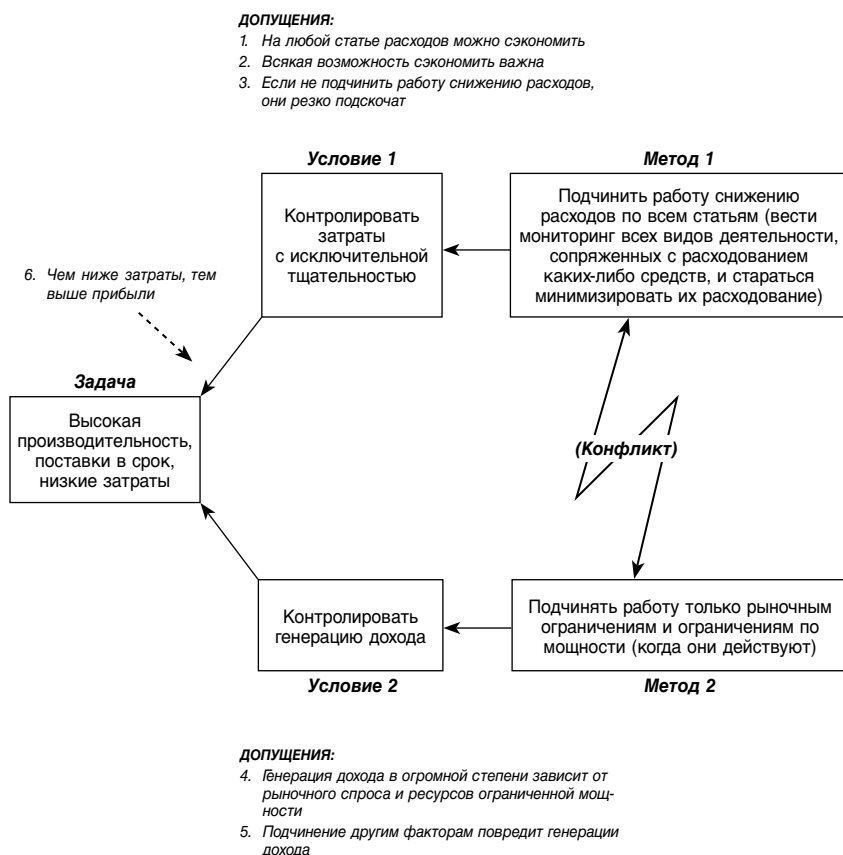
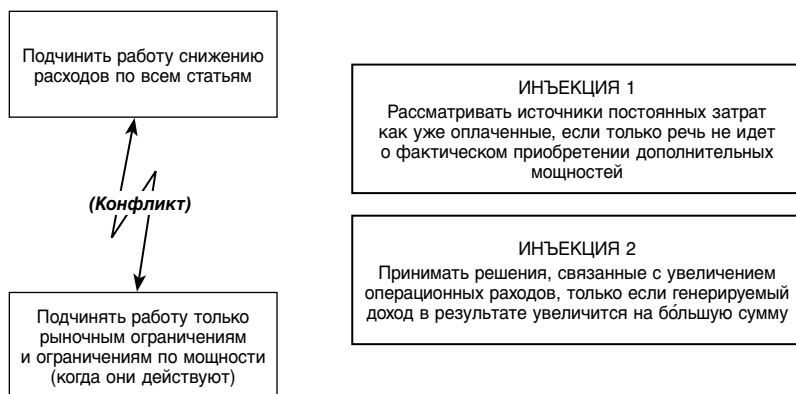


Рис 6.13. Типовой производственный конфликт

Альтернативная формулировка этой инъекции звучит так: «При принятии повседневных решений не обращайте внимания на стоимость производственных мощностей, если только речь не идет об их фактическом приобретении».

Вторая инъекция предлагает руководствоваться при принятии оперативных решений простым правилом: разность между предполагаемыми цифрами прироста генерируемого дохода и операционных расходов должна оставаться положительной. Если это так (и сумма генерируемого дохода не снижается), решение будет способствовать достижению цели организации. В нашем случае правило соблюдено, поскольку решение не использовать ресурс на полную мощность не приводит к дополнительным операционным расходам, а значит, разность остается положительной.



**Рис. 6.14. Инъекции для типового производственного конфликта**

Резюмируем: традиционные правила, способствующие повышению локальной эффективности, отрицательно сказываются на удовлетворенности клиентов. В результате мы рискуем потерять свой бизнес. Крупные партии — как обработки, так и перемещения — могут казаться выгодными с точки зрения эффективности, но они мешают гибко реагировать на стремительно происходящие изменения. К тому же производственные мощности загружаются работой, в которой нет непосредственной необходимости, в то время как их можно было бы использовать для увеличения генерируемого дохода. Во многих случаях минимизация числа переналадок совсем не так важна, как кажется большинству. И, наконец, даже если у нас есть хороший план, меры контроля — предвидение и предотвращение проблем до того, как они станут серьезными, — критически важны для успеха.

## Глава 7

# ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД «БАРАБАН–БУФЕР–КАНАТ»

**С**амые первые вопросы, с которых нам, наверное, следует начать, — это что собой представляет метод «барабан–буфер–канат» (ББК) и почему мы называем его традиционным. Метод «барабан–буфер–канат» был предложен в 1980-х гг. Голдраттом для планирования производства. Теория ограничений выросла из применения в производстве этого метода, названного так по ситуации, описанной Голдраттом и Джеффом Коксом в бизнес-романе «Цель» (Goldratt, Cox, 1992). Первое подробное описание метода ББК появилось в книге Голдратта и Роберта Фокса «Гонка» (Goldratt, Fox, 1986), а следующее, еще более подробное — в работе Голдратта «Синдром стога сена» (Goldratt, 1990).

Первоначально термином «барабан» в ББК обозначался внутренний ресурс ограниченной мощности (РОМ), определяющий производительность компании в целом, позднее так стали называть производственный график для этого ресурса. Ограничение сравнивается с барабаном, потому что оно устанавливает темп (или ритм), под который подстраивается вся остальная организация. Используя производительность наиболее ограниченного ресурса в цепочке взаимозависимых звеньев как барабан, мы замедляем движение рабочего потока и тем предохраняем весь производственный процесс от перегрузки. В отсутствие активного РОМ барабан — это просто перечень заказов, которые нужно выполнить.

«Буфер» в ББК — это защитный механизм. Голдратт понял, что если мощность ограниченного ресурса задает максимальную производительность системы, то она не должна расходоваться впустую. Значит, нужно предохранить РОМ от простоев из-за отсутствия работы. С этой целью Голдратт ввел понятие буфера работы, ожидающей очереди перед РОМ. Однако буфер в ББК — не совсем то, что, по-видимому, представляется большинству людей. Это *время*, а не *предметы*. Не предполагается, что единицы незавершенного

производства (НЗП) будут накапливаться перед РОМ, — буфер контролирует лишь, чтобы они прибывали туда за определенное время до запланированного начала обработки.

Наконец, «канат» — это, на самом деле, коммуникационное приспособление. С концептуальной точки зрения она протянута между РОМ и начальной точкой производственного процесса, в которой происходит отпуск материалов, и обеспечивает правильный темп отпуска. В норме материалы отпускаются с той же скоростью, с какой работает РОМ: попытки отпускать их быстрее пресекаются, чтобы РОМ не оказался завален работой или перегружен. Материальным выражением каната обычно служит план-график отпуска материалов со склада, который обновляется и корректируется в соответствии с изменением темпа работы РОМ (барабана).

Может показаться, что канат представляет собой не более чем техническое средство, но в действительности за этим механизмом стоит важная концепция. Чем больше в цехе НЗП, тем продолжительнее цикл обработки. Кроме того, из-за избытков НЗП производственный персонал может неправильно расставить свои приоритеты: на участке будет много работы, а работники не заметят, что у какой-то из работ срок сдачи еще не скоро или даже не нее вообще нет заказа от клиента. Ситуация выглядит так, как если бы каждый участок был узким местом. Мастера реагируют на это, пытаясь повысить эффективность, — зачастую они объединяют заказы, чтобы сэкономить на переналадке. Результат — медленная работа и ненадежные поставки. Благодаря канату цех работает только с той продукцией, которую нужно сдать в ближайшее время. Такой подход оптимизирует производство, помогает правильно расставить приоритеты и выявляет избыточные мощности, скрытые внутри системы.

В этой главе мы рассмотрим исходную версию ББК, не претерпевшую существенных изменений с момента создания. Она именуется традиционной, чтобы отличать ее от новой, упрощенной версии метода — упрощенного ББК, или УББК, с которым вы познакомитесь в главе 10. Чтобы полностью понять и оценить преимущества УББК, необходимо сначала обсудить традиционный метод ББК и связанные с ним понятия.

## Что делает ББК

Каковы цели традиционного метода ББК? Во-первых, гарантировать удовлетворение текущего рыночного спроса, т. е. выполнение всех заказов в оговоренный срок. Во-вторых, обеспечивать максимально быстрое перемещение НЗП внутри производственного цикла. В-третьих, выявлять характер и размер скрытых мощностей — тех мощностей, которые мы в настоящий момент не можем использовать полностью. Другими словами, он должен давать нам возможность делать больше того максимума, на который мы считали себя способными, и при этом укладываться в назначенные сроки. Наконец, — под-



черкнем, что именно в последнюю очередь, — он иногда помогает сократить некоторые затраты. Однако если такое произойдет, считайте это удачным совпадением. Основная цель ББК состоит не в экономии, а в генерировании дохода!

## Чего ББК не делает

Выполнение задач ББК не предполагает заботы о локальной эффективности. Почему это так, должно быть ясно из предыдущего изложения. ББК не помогает сократить так называемые непроизводительные затраты времени — например, уменьшить число переналадок (за исключением тех случаев, когда из-за дополнительных переналадок неограничение превращается в ограничение). А еще он не потребляет время ресурса с ограниченной мощностью (РОМ), загружая его несрочной работой.

Например, ББК поощряет отказ от производства продукции на склад или для будущих поставок, если ждут выполнения более срочные заказы. Что касается так называемого выравнивания загрузки, т. е. заблаговременного накопления запасов заранее перед ожидаемым повышением спроса, то теория ограничений его не запрещает, но рекомендует использовать как можно реже, и только если нет других вариантов. ББК позволяет максимально сжать производственный цикл, чтобы выпускать как можно больше продукции на заказ, а не на склад. В этом смысле ТОС способствует сокращению запасов и операционных расходов, но это не основная цель, а побочный эффект от усилий, направленных на повышение генерируемого дохода.

## Некоторые из основных принципов ББК

Давайте повторим те главные положения из первой части книги, которые имеют отношение непосредственно к ББК. Мы знаем, что только очень немногие ресурсы могут быть загружены на полную мощность или близко к полной мощности, — иначе мы не сможем достаточно гибко и эффективно управлять меняющейся ситуацией в производственном цехе. Защитная мощность предохраняет нас от непредвиденных обстоятельств.

Естественно, что у большинства производственных ресурсов будет оставаться избыточная мощность, — и чаще всего не следует рассматривать это как что-то неправильное. Не нужно стараться загрузить такие ресурсы, если только мы не уверены полностью, что наша попытка заведомо не приведет к перемещению ограничения.

Закон Мерфи, как известно, подстерегает нас постоянно. Мы знаем, что какое-нибудь отклонение от нормы непременно произойдет, но у нас нет возможности предсказать его характер и масштаб. И, что свойственно закону Мерфи, неприятности обычно случаются в самое неподходящее время.

Внутренние отклонения усугубляются из-за неопределенности рыночной среды — требований клиентов и уровня спроса.

По мере того как загрузка производственных мощностей растет в ответ на изменение рыночного спроса — в особенности на изменение структуры ассортимента, — ресурсов с ограниченной мощностью может стать больше. Если есть более одного РОМ, мы говорим о взаимодействующих ограничениях. Это очень тяжелая ситуация для управления производством. В ней крайне сложно контролировать систему, поскольку изменения разных переменных часто мешают друг другу. С появлением взаимодействующих ограничений обычно начинают задерживаться поставки и резко возрастает объем сверхурочных работ.

## **Принципы производственного планирования в ББК**

В идеале мы бы предпочли производить продукцию только на заказ. В этом случае управление запасами проще и дешевле, а менеджеры по сбыту довольны жизнью. Но хотя ББК и позволяет сократить производственный цикл, не всегда можно снизить его настолько, чтобы полностью перейти на работу по заказам. И все-таки, хотя этот переход возможен не во всех случаях, мы должны постоянно к нему стремиться. Если мы не в состоянии производить только на заказ, необходимо максимально сократить долю продукции, отправляемой на склад.

Иногда производить по прогнозу или на склад обязательно. Это ситуация, когда срок поставок, запрашиваемый клиентом, стандартно меньше той минимальной продолжительности производственного цикла, которую мы способны обеспечить. Например, при сезонных пиках (или других регулярных всплесках продаж) спрос на продукцию компании может превышать производительность ее РОМ. В подобных случаях лучше использовать не производство на склад (готовой продукции), а сборку на заказ, когда промежуточные узлы, на которые требуется больше всего времени, изготавливаются заранее. Такие узлы можно собрать до того, как поступит заказ, и их производство обычно осуществляется не-ограничениями.

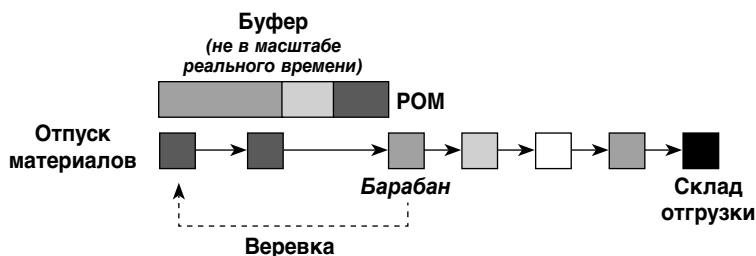
## **Основные понятия ББК**

С точки зрения пяти направляющих шагов определение барабана — это фактически планирование использования соответствующего ограничения: как нам извлечь из ограниченного ресурса максимум пользы? Мы решаем, что производить и как РОМ будет справляться с нагрузкой. Принятое решение обычно оформляется в виде основного плана-графика производства.

Задавая буфер, мы страхуем план использования ограничения от недогрузки и гарантируем своевременное выполнение операций в правильной

последовательности. Как уже упоминалось, в ТОС в целом и в ББК в частности буфер — это не предметы, а время. При применении ББК мы не складываем обрабатываемые изделия (единицы НЗП) перед РОМ, а заботимся о том, чтобы очередная единица НЗП прибыла к РОМ за заданное время до того, как начнется ее фактическая обработка.

Установить («привязать») канат значит разработать план-график отпуска материалов со склада в производство так, чтобы материалы отпускались со скоростью, не превышающей текущую скорость работы РОМ. Канат защищает РОМ от перегрузки. Соответственно, досрочный отпуск материалов не допускается. Эти принципы отражены на рис. 7.1.



**Рис. 7.1. Базовая концепция ББК**

Барабан — мощность РОМ, отраженная в основном плане производства (ОПП), — задает темп работы системы. Канат — это устройство сигнализации, которое сообщает работнику, распоряжающемуся товарно-материальными запасами, что пора отпускать материалы в производство. В идеале план-график отпуска материалов со склада должен охватывать тот же период времени, что ОПП, и параллельно с ним обновляться и корректироваться. Также его необходимо корректировать при сокращении мощности РОМ (в случае незапланированного ремонта или иного неблагоприятного стечения обстоятельств).

Канат обеспечивает скорость поступления сырья в систему, соответствующую темпу работы РОМ. Тем самым загрузка не-ограничений регулируется так, что они не могут перегрузить РОМ. Все, что превышает пропускную способность РОМ, не попадает в цех, пока не придет назначенное время.

Буфер — это страховка. Он защищает критически важный ресурс — тот, от которого зависит генерируемый доход всей системы, — от недогрузки (потери полезного времени), а график производства и запланированную последовательность операций — от нарушений, вызванных экстренными вставками в готовый график.

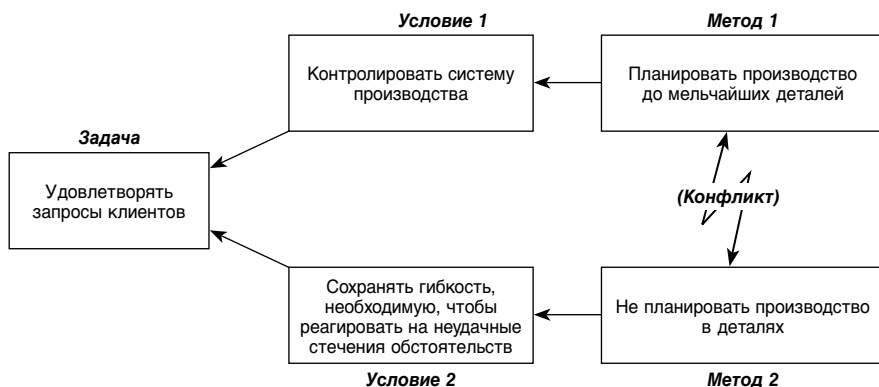
Важно подчеркнуть, что метод ББК предназначен для *планирования*, а не для *контроля*. Он оставляет некоторый резерв на случай внутренних и внешних отклонений, но, как всегда бывает при планировании, не позво-

ляет предусмотреть все возможные проблемы, способные помешать производственному процессу, и подготовиться к ним.

К тому же ББК рассматривает в деталях только основной план производства, ресурс ограниченной мощности и отпуск сырья со склада. Остальные части системы не удостоиваются подробного рассмотрения, так как это не предусмотрено логикой ББК.

## Конфликт контроля: детализировать или не детализировать?

Практически в каждой организации присутствует конфликт контроля (см. рис. 7.2). Суть его такова:



**Рис. 7.2. Конфликт контроля**

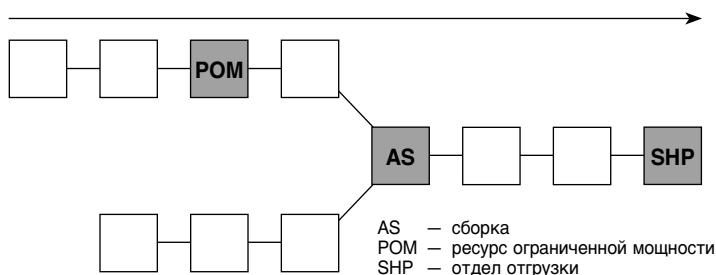
Чтобы удовлетворять запросы клиентов (Задача), необходимо контролировать систему производства (Условие 1). Чтобы ее контролировать (Условие 1), следует распланировать производство до мельчайших деталей (Метод 1).

Но чтобы удовлетворять запросы клиентов (Задача), нам также необходимо сохранять гибкость, позволяющую нам реагировать на неудачные стечения обстоятельств (Условие 2). А чтобы ее сохранить (Условие 2), нам не следует планировать производство в деталях (Метод 2).

Гамлетовский вопрос: быть или не быть, детализировать или не детализировать? Практически всем представляется аксиомой, что подробное планирование и внимание к каждой мелочи положительно сказываются на эффективности контроля. Возможно, это и справедливо для случаев, когда неопределенность не играет существенной роли. Но там, где она проявляется себя, подробное планирование, скорее всего, будет напрасной потерей времени и, вполне возможно, принесет больше вреда, чем пользы. Этот факт

хорошо известен военным — и стратегам, и тактикам. На поле боя неопределенность выражена еще более явно, чем в бизнесе, поэтому в военных планах очень мало деталей: ставится цель, выделяются силы (ресурсы), определяется подчинение и указывается время начала действий. Мы вскоре вернемся к данному конфликту и поймем, как его разрешить, но перед тем нам нужно обсудить некоторые связанные с ним вопросы.

Далее в этой главе мы условно примем, что на рис. 7.3 представлен типичный производственный процесс. Некоторые процессы, очевидно, намного сложнее этого, но, по-видимому, есть и такие, которые проще.



**Рис. 7.3. Типичный производственный процесс**

## Буферы: традиционный ББК

Буфер — уникальная особенность ББК, отличающая этот метод от других подходов к управлению производством, таких как JIT (Just-in-Time — «точно вовремя»). Буферы защищают обязательства системы по выполнению заказов от негативных эффектов, вызванных внутренними отклонениями и внешней неопределенностью. В традиционном методе ББК выделяется три типа буферов:

1. Буфер отгрузки: защищает соблюдение сроков отгрузки.
2. Буфер POM: защищает ресурс с ограниченной мощностью от недогрузки.
3. Буфер сборки: защищает производственный поток, идущий от POM, от остановки вследствие недостатка комплектующих, которые поступают от других ресурсов.

### Буфер отгрузки

Буфер отгрузки определяется как *приблизительное время в производственном цикле от POM до полной готовности заказа*. Если POM не входит в цепочку (т. е. у процесса нет внутренних ограничений), буфер отгрузки —

это все время от передачи сырья в производство и до получения готовой продукции. На рис. 7.4 приводятся диаграммы, иллюстрирующие понятие буфера отгрузки для нескольких разных конфигураций процессов. Обратите внимание на выражение «приблизительное время». Как мы вскоре увидим, это время складывается не только из времени обработки и перемещения изделий.

Хотя далее в примере мы возьмем за основу верхнюю конфигурацию (сборка после POM), понятие буфера отгрузки применимо и к таким производственным линиям, где точка сборки находится перед POM, и даже к таким, где активного POM вообще нет. Определение буфера отгрузки во всех случаях одно и то же, но части процесса, охватываемые буфером, различаются. Буфер соответствует времени (по той ветви процесса, где находится POM) от окончания работы POM до момента попадания продукции на склад отгрузки. Если POM отсутствует, буфер простирается назад до самого момента отпуска материалов со склада.

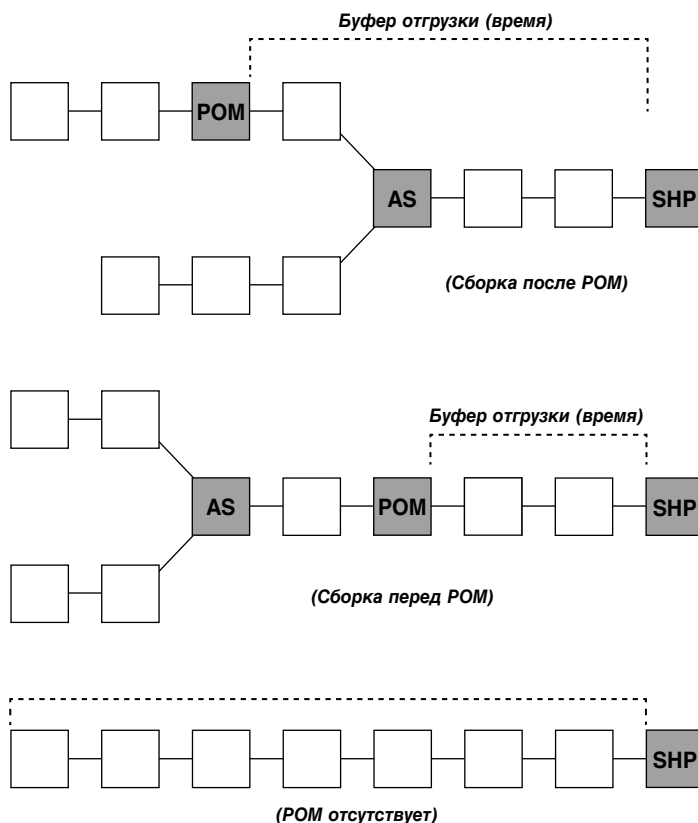


Рис. 7.4. Буфер отгрузки

## Буфер POM

Буфер POM, или буфер ограничения, — это *приблизительное время в производственном цикле от отпуска материалов со склада до POM* (см. рис. 7.5). Он включает все время, необходимое для перемещения материалов из точки их отпуска в точку непосредственно перед POM, где они ждут обработки. Это время, как и в случае буфера отгрузки, складывается не только из времени обработки и перемещения продукции, в чем мы вскоре убедимся.

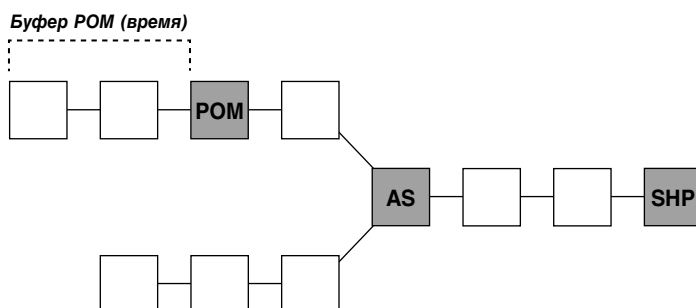


Рис. 7.5. Буфер POM

## Буфер сборки

Буфер сборки — это *приблизительное время в производственном цикле от отпуска материалов со склада до точки соединения компонентов, проходящих и не проходящих через POM*. На рис. 7.6 показано, как выглядит буфер сборки. Как видим, он охватывает все время, необходимое для перемещения материалов от точки их отпуска со склада до точки, где полуфабрикат готов к соединению с другим компонентом, на пути обработки которого находится POM. Здесь это время также включает не только время обработки и перемещения продукции.

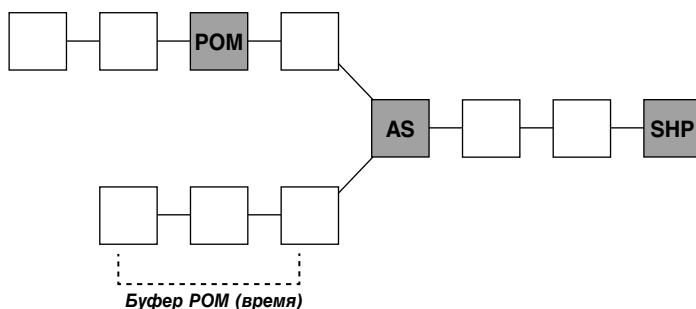


Рис. 7.6. Буфер сборки

## Предварительные действия

Теперь давайте посмотрим, как можно применить ББК в производственном процессе. Примем, что уже выполнены три основные задачи управления, присущие любому производственному процессу.

Для каждого вида продукции разработана логическая схема движения материальных потоков в производственном процессе (см. рис. 7.7).

Для каждого ресурса получены достаточно точные оценки времени выполнения операций в расчете на единицу продукции (или, если требуется, на партию). Это чистое время обработки для каждого шага производственного процесса, отмеченного в схеме материальных потоков. Для РОМ необходима максимальная точность. Ни время переналадки, ни время перемещения (от одного участка к другому) не учитывается.

Получены оценки времени на переналадку (особенно для РОМ).

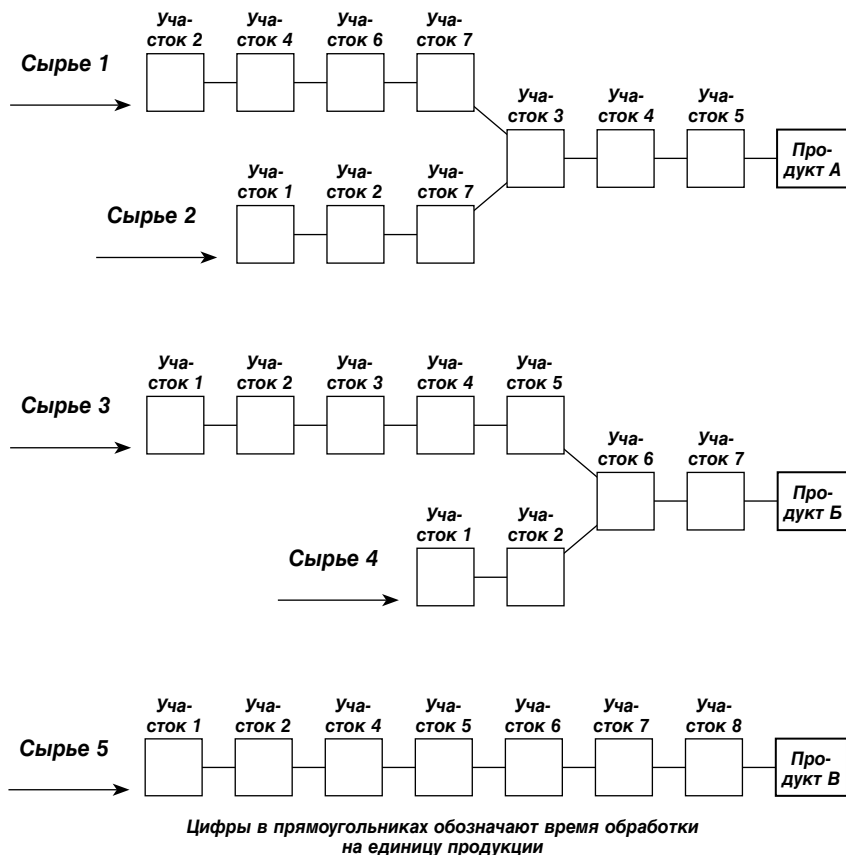


Рис. 7.7. Схема движения материальных потоков для разных видов продукции



## Процесс планирования методом традиционного ББК

1. На первом шаге<sup>1</sup> процесса планирования методом традиционного ББК составляет то, что можно было бы назвать оптимистичным ОПП. Это план без ограничений, предполагающий, что вся включенная в него продукция может быть своевременно произведена и отгружена. Наш оптимистичный ОПП будет опираться исключительно на твердые заказы, обязательные сроки поставки и самый минимум прогнозируемых заказов, абсолютно необходимый для выполнения требований по своевременной поставке.
2. Отсортируйте строки оптимистичного ОПП по срокам поставки, начиная с ближайшей.
3. Соберите данные для составления графика работы РОМ. Для каждой строки оптимистичного ОПП, отсортированного по сроку поставки:
  - определите, будет ли РОМ использоваться для данного заказа, и если нет, опустите эту строку<sup>2</sup>;
  - напишите рядом со строкой название операции, выполняемой с помощью РОМ; если операций несколько, выпишите все названия и выделите строку; исключите заказ, если РОМ уже пройден;
  - выпишите количество единиц продукции, которые будет обрабатывать РОМ в рамках данного заказа.

Дальше можно пойти двумя путями — будем условно называть первый из них простым алгоритмом планирования загрузки РОМ, а второй — сложным алгоритмом. Простой вариант подходит для большинства предприятий, осуществляющих планирование вручную, сложный составляет основу любой автоматизированной системы планирования производства.

При использовании простого алгоритма:

4. Планируйте работу РОМ в последовательности строк отсортированного ОПП, т.е. в порядке убывания срочности. Начните с ближайшего заказа, которому требуется РОМ. Зарезервируйте необходимое время на наладку оборудования и обработку всех включенных в заказ единиц продукции. Повторите эти же действия для следующего по времени заказа; продолжайте, пока не дойдете до конца ОПП.

---

<sup>1</sup> Традиционный метод ББК рассматривается в целом ряде работ разных авторов (некоторые из них включены в список литературы в конце этой книги). Описываемая ниже процедура может слегка различаться в разных изложениях, но суть ее везде примерно одна и та же.

<sup>2</sup> Какие-то заказы, возможно, уже прошли через РОМ. Какие-то другие могут состоять из так называемых «свободных продуктов» (free products), в производстве которых РОМ не участвует.

При использовании сложного алгоритма:

- 4а. Начните с последней строки отсортированного ОПП. Зарезервируйте время на РОМ (с учетом продолжительности наладки и обработки), так, чтобы к моменту, когда РОМ закончит обработку последней единицы продукции, до назначенного срока поставки оставалось время, равное времени буфера отгрузки. Если нужное время начала работы РОМ уже занято предыдущим заказом, сдвигайте операцию назад до тех пор, пока не обнаружите свободное время в графике РОМ. По сути, это обратное планирование.

Если работы по заказу нужно было начать до «нулевой точки» (т.е. до момента составления графика), его, а вместе с ним и все последующие заказы, нужно сдвинуть на более позднее время. Заказ с самым ранним сроком поставки запускается в производство немедленно, все последующие (с использованием РОМ) выстраиваются за ним в исходном порядке.

*Примечание: Если РОМ загружается полностью, оба алгоритма — и простой и сложный — дадут одинаковые результаты, если же нет, сложный алгоритм позволит сдвинуть выполнение некоторых заказов на более поздний срок, при этом полный буфер отгрузки гарантирует своевременность поставок.*

Дальнейшие шаги одинаковы для обоих алгоритмов.

5. Убедитесь, что для работ, которые РОМ должен выполнить первыми, подготовлены необходимые материалы. В идеальном случае объем работы, ожидающей своей очереди, должен соответствовать половине времени буфера РОМ. Если он меньше, проверьте, не запланированы ли на более отдаленное будущее работы, которыми можно загрузить РОМ прямо сейчас. Если да, переставьте соответствующие строки ближе к началу ОПП.
6. Удостоверьтесь в реальности выполнения сроков поставки. Найдите заказы, требующие больше половины времени буфера отгрузки, т.е. такие, которые, поступив на РОМ в соответствии с имеющимся графиком, выйдут с него, использовав более половины запланированного буфера отгрузки. Такая ситуация стоит на грани допустимого и ставит под угрозу своевременность поставки.
7. Если есть опасность, что какие-то из заказов не удастся закончить вовремя, примите меры, чтобы этого избежать. Один из возможных способов — попробовать сэкономить на времени переналадки, объединив некоторые заказы. Еще один вариант — работать сверхурочно или привлечь субподрядчиков (в зависимости от ситуации). Задача — обеспечить выполнение заказов, запущенных в производство позже срока, указанного в графике РОМ. Если нет возможности работать

сверхурочно, добавить дополнительные смены, привлечь субподрядчиков или сократить количество переналадок, вернитесь к ОПП и отложите заказы, с которыми возникли проблемы.

8. После того как производственный план наконец-то будет откорректирован и принят как выполнимый, составьте план-график отпуска в производство материалов, которые пойдут через РОМ. Момент отпуска материалов в производство должен предшествовать планируемому началу обработки на РОМ, отличаясь от него на время буфера РОМ.
9. Составьте график отпуска в производство материалов, которые не проходят через РОМ. Сначала определите время отпуска со склада материалов для буфера сборки. Это материалы, которые объединяются с компонентами, прошедшими РОМ, но сами через РОМ не проходят. Самый надежный способ — запланировать отпуск материалов в буфер сборки, вычтя из назначенной даты поставки суммарное время буфера отгрузки и буфера сборки.
10. Время отпуска в производство материалов, никак не связанных с РОМ, определяется путем вычитания времени буфера отгрузки из назначенной даты отгрузки.

## **Традиционный ББК: общая картина**

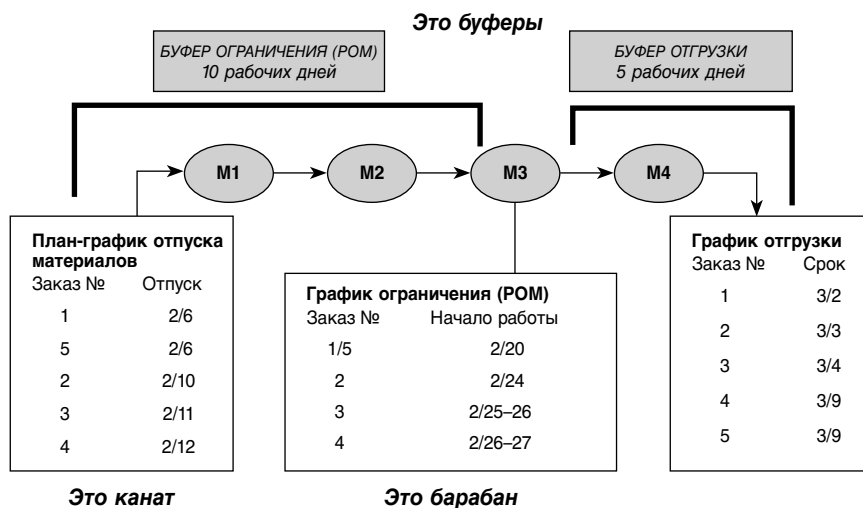
На рис. 7.8 отражено то, о чем мы только что говорили. График отгрузки защищается с помощью буфера отгрузки. Если из даты отгрузки вычесть буфер отгрузки, мы окажемся в точке окончания обработки данного заказа на РОМ.

ОПП — это барабан. Он определяет, чем и когда будет заниматься РОМ. Буфер РОМ гарантирует соблюдение графика.

План-график отпуска материалов со склада — это канат. Он определяет, когда материалы должны быть переданы в производство. Вычитая из запланированного срока выполнения заказа время буфера РОМ, получаем момент отпуска материалов для этого заказа в графике отпуска материалов в производство.

## **Что делать с неограничениями при использовании ББК**

Мы уже видели, как велико искушение попытаться до мелочей распланировать все, что происходит в системе. Этому искушению очень тяжело противостоять, а ТОС и ББК в каком-то смысле только усугубляют положение, поскольку представляют нам ситуацию, в которой для многих системных компонентов график не нужен (и, пожалуй, даже не должен составляться). Естественно, не может не возникнуть вопрос: что делать при использовании метода ББК с неограничениями?

**Рис. 7.8. Традиционный ББК: общая картина**

Ответ таков: при использовании ББК график для не-ограничений не составляют. Наше основное допущение состоит в том, что буферы в сочетании с избыточной мощностью не-ограничений обеспечивают уровень гибкости, достаточный для того, чтобы не-ограничения наилучшим образом реагировали на изменения, предоставляя любую необходимую поддержку. Хороший пример — пожарная часть. Она выполняет крайне важную функцию, но никто не составляет для нее график тушения пожаров с указанием точного времени: когда нужно потушить пожар, его тушат. И это возможно потому, что у пожарной части обычно есть много свободных (простаивающих) мощностей.

При использовании ББК предполагается, что не-ограничения будут работать не по графику (которого нет), а в соответствии со стандартным правилом: когда работа приходит, ее нужно выполнить как можно быстрее и передать на следующий шаг производственного процесса. Этот подход часто называют *roadrunner* в честь персонажа серии мультфильмов<sup>1</sup>, у которого всего два режима движения — полный вперед и полная остановка.

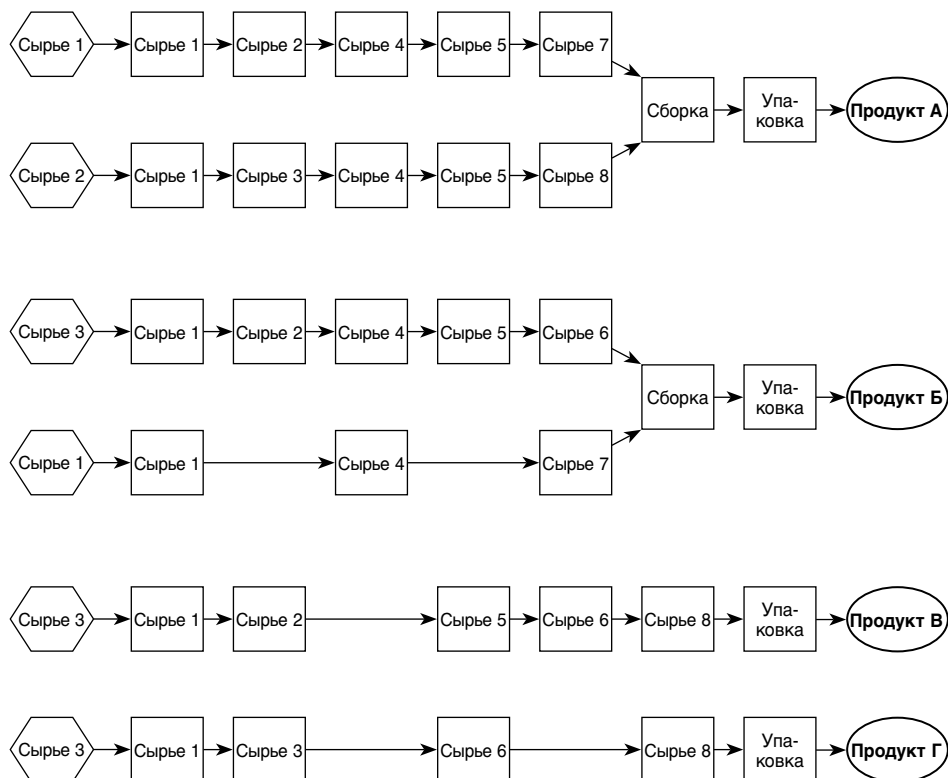
Очень важно помнить, что эффективное использование не-ограничений не является целью бизнеса. Поскольку удовлетворение потребностей внешнего клиента зависит от эффективности и производительности ограничения (РОМ), не-ограничения всегда должны использоваться для удовлетворения потребностей РОМ<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Wile E. Coyote and Road Runner, в русском переводе — «Хитрый Койот и Дорожный Бегун». — *Прим. перев.*

<sup>2</sup> Это крайне важный аспект поведения (уходящий корнями в организационную культуру). В какой-то момент возникнет необходимость пересмотреть методы оценки с учетом этой задачи.

## Пример планирования с применением традиционного метода ББК

Давайте рассмотрим пример использования традиционного ББК при планировании производства. В нем производятся и реализуются четыре вида продукции (А, Б, В и Г). В производстве участвуют десять рабочих участков. Подробная схема производства показана на рис. 7.9.



**Рис. 7.9. Планирование с применением традиционного метода ББК: пример**

РОМ — это участок 5. Заметим, однако, что он не участвует в производстве продукта Г. Для производства всех четырех видов продукции используется всего четыре разновидности сырья. Производство ведется только на заказ, стандартный срок выполнения заказа, обещаемый клиентам, составляет три недели. Следовательно, горизонт планирования — те же три недели.

Предположим, на календаре 31 декабря 1999 г. Завтра начинается последний год старого тысячелетия. По счастью, нам не требуется останавливать завод на рождественские каникулы, и на первые три недели января у нас

запланированы отгрузки. В таблице 7.1 представлен основной план производства на этот период — если только мы не обнаружим, что не можем его выполнить.

Следующий шаг — составить график для РОМ, назначая задачи в соответствии с датами отгрузки (применяется простой алгоритм). Мы можем пропустить три первых заказа, которые не попадут на участок 5. Заказы 4 и 5 уже дошли до этого участка, так что наш РОМ может начать работу с ними. Материалы для остальных заказов еще не отпущены в производство.

**Таблица 7.1. Основной план производства**

Заказ	Срок сдачи	Продукт	Количество	Состояние
1	03.01.2000	А	90	Завершен
2	05.01.2000	В	72	Завершен
3	06.01.2000	Г	24	Участок 8
4	07.01.2000	В	96	Участок 5
5	10.01.2000	Б	72	Участок 5
6	11.01.2000	Г	36	Не запущен
7	13.01.2000	А	24	Не запущен
8	14.01.2000	Б	24	Не запущен
9	17.01.2000	Г	30	Не запущен
10	17.01.2000	В	64	Не запущен
11	18.01.2000	В	32	Не запущен
12	20.01.2000	А	48	Не запущен
13	20.01.2000	Г	30	Не запущен
14	21.01.2000	Б	24	Не запущен

Буфер РОМ составляет пять дней, буфер сборки — всего три дня. Он нужен исключительно для сборки продукта Б, где на нижнем отрезке схемы производится деталь, не проходящая через участок 5. Деталь, производимая на верхнем отрезке схемы, проходит через участок 5 на четвертом шаге обработки.

В производстве продукта А участок 5 присутствует на обоих отрезках схемы, поэтому буфер сборки не нужен. Не нужен он, разумеется, и для продукта В, который производится вообще без сборки.

Буфер отгрузки для продуктов А, Б и В принимается равным пяти дням. Это полная продолжительность прохождения маршрута от участка 5 до полностью готового продукта. Для продукта Г этот буфер больше — восемь дней, поскольку данный продукт — «свободный», он не проходит через РОМ. Глядя на рис. 7.9, обратите внимание, что при отсутствии буфера РОМ схема произ-

водства для продукта Г содержит больше операций, нуждающихся в защите от неблагоприятных стечений обстоятельств.

Продолжительность производственного цикла для продуктов А, Б и В равна сумме буфера РОМ, времени обработки на РОМ и буфера отгрузки. Поэтому в нашем случае она составит десять рабочих дней плюс время, необходимое для работы РОМ, — от одного до трех дней в зависимости от заказа. Согласовывая с клиентом время выполнения заказа, нужно учитывать возможность того, что график РОМ изменится и обработка данного заказа будет задержана, поскольку ограниченный ресурс понадобится для более срочной работы. Давайте посмотрим, как такое могло бы произойти в нашем примере.

График работы РОМ

Примем, что переналадки на участке 5 не нужны и что работа происходит в одну смену (8 часов). Рассмотрим заказ 4 — 96 единиц продукта А. Суммарное время обработки на единицу продукции — 20 минут, соответственно, обработка всех 96 единиц займет 24 часа, или три рабочих дня. Переведем все производственные заказы в часы работы (для упрощения цифры в примере подобраны так, чтобы получались значения, кратные длительности смены). График работы РОМ приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2. График работы РОМ

Рабочие дни	03.01	04.01	05.01	06.01	07.01	10.01	11.01	12.01	13.01	14.01	17.01	18.01	19.01	20.01	21.01
Участок 5, заказ №	4	4	4	5	5	5	7	8	10	10	11	12	12	14	

Сразу же видно, что у нас проблема. Время обработки заказа 14 на РОМ — один день; если не начать эту обработку до 20 января, мы никак не сможем подготовить заказ к отгрузке к 21-му. Хотя наш ОПП охватывает ближайшие три недели, мы рассчитываем, что РОМ закончит обработку всех заказов за пять дней (время буфера отгрузки) до даты отгрузки. Поскольку минимальное время, которое мы выделяем для защиты исходных сроков отгрузки, равняется половине буфера отгрузки, РОМ должен закончить обработку производственных заказов не позднее чем за два с половиной дня до конца горизонта планирования. Возможный вариант — предупредить заказчика, что продукция будет готова на день позже, а затем принять меры для ускоренного выполнения заказа.

В таблице 7.3 показаны сроки сдачи заказов — исходные, расчетные (окончание обработки на участке 5 плюс пять дней буфера отгрузки) и минимальные (окончание обработки на участке 5 плюс два с половиной дня). Отгрузка продукта Г считается просроченной только в случае, если время,

оставшееся до даты поставки, составляет меньше половины буфера, а материалы еще не отпущены в производство. Но в данном случае это не так, поэтому мы считаем, что все отгрузки продукта Г пройдут в срок.

Судя по всему, мы недооценили серьезность положения. Хуже всего обстоят дела с заказом 5: его нужно отгрузить 10 января, а мы, даже ускорив завершение, сумеем сделать это не ранее 13 января, на три дня позже срока! На самом деле 10 января РОМ (участок 5) только закончит обработку заказа, а его планировалось в этот день сдать. Какие действия здесь возможны?

**Таблица 73. Статус производственных заказов**

Заказ №	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Запланированная сдача	06.01	07.01	10.01	11.01	13.01	14.01	17.01	17.01	18.01	20.01	20.01	
Завершение	06.01	12.01	17.01	11.01	18.01	19.01	21.01	24.01	25.01	20.01	21.01	
Ускоренное завершение	06.01	10.01	13.01	11.01	14.01	17.01	17.01	19.01	20.01	21.01	20.01	25.01

В действительности есть способ сократить опоздание до одного дня (а об однодневной задержке предупредить заказчика). Посмотрите на схему движения материальных потоков (рис. 7.9). Обратите внимание, что после ограничения продукт Б проходит еще два этапа обработки. Согласно графику, 6 января РОМ должен начать обработку заказа 5. Если мы установим размер передаточной партии равным одной единице продукции, а компоненты, поступающие с другого отрезка схемы, уже будут ждать в точке сборки, то большая часть заказа, скорее всего, будет готова к 10 января, и только нескольким последним изделиям еще нужно будет пройти две оставшиеся операции. Если так, у нас есть хорошие шансы отгрузить заказанную продукцию 11 января.

В отношении описанного варианта нужно уточнить два момента. Во-первых, мы предполагаем, что компоненты, необходимые для продукта Б, которые не проходят через РОМ, будут находиться в точке сборки, поскольку они не могут двигаться дальше без деталей, обрабатываемых на РОМ. Во-вторых, предполагается, что на втором отрезке есть достаточно избыточных мощностей, чтобы обеспечить своевременное поступление компонентов в точку сборки. Если эти компоненты почему-либо застрянут на более раннем этапе производственного процесса, предлагаемый вариант осуществить не удастся.

Можно ли рассчитывать, что мы сумеем ускорить завершение заказа по производству 72 единиц продукта Б? Да, но только если нам удастся ускорить обработку компонентов на РОМ и обеспечить, чтобы последующие участки, через которые должен затем пройти продукт Б, были свободны. В состоянии ли мы это гарантировать?



В целом, если предприятие производит несколько видов продукции, нужно с большой осторожностью утверждать сроки поставок, до которых остается меньше половины буфера отгрузки после окончания обработки на РОМ.

На самом деле у нас есть всего две возможности: либо изменить первоначальный план производства (предупредив об этом заказчика), либо нарастить мощность ограничения. Если в течение трех рабочих дней в период до 10 января участок 5 будет работать в две смены, наши шансы вовремя выполнить заказ 5 (и последующие заказы) существенно возрастут.

Одно предупреждение: можно ли быть уверенным, что, если мы повысим мощность только на участке 5, ни один другой ресурс не превратится на время в ограничение? Добавив на участке вторую смену, мы фактически временно расширяем ограничение. Всякий раз, расширив ограничение, следует проверить, не появилось ли где-то другое. Автоматизированная система планирования поможет легко ответить на этот вопрос, отслеживая загрузку не-ограничений в течение заданного периода времени. Однако для этих целей нужны очень точные данные по не-ограничениям, а они имеются далеко не всегда.

Чтобы предотвратить появление нового ограничения, можно добавить вторую смену на тех участках, загрузка которых приближается к максимальной, а может быть, и на других ресурсах. Тогда мы будем уверены, что в рамках буфера все не-ограничения будут способны сделать все, что необходимо для максимально эффективного использования РОМ. В нашем примере есть несколько заказов с практически исчерпанным буфером отгрузки, так что стоит снизить нагрузку не только на ограничение, но и на не-ограничения. Поэтому идея на три дня добавить вторую смену на всех участках представляется правильной.

Когда придет время реально ввести двухсменную работу, возникнет еще одна проблема. Давайте сначала изменим график (см. табл. 7.4). Последний рабочий день для ограничения — 17 января. Ожидается, что к тому времени все заказы уже пройдут РОМ, и в течение последних пяти дней, соответствующих буферу отгрузки, они будут проходить заключительные этапы. Но нам нужны другие пять дней на то, чтобы материалы, отпущенные в производство, дошли до РОМ. Материалы под заказы 7 и 8 еще не отпущены со склада. Даже если отпустить их утром 3 января, у них останется соответственно три и четыре дня, чтобы дойти до ограничения.

**Таблица 7.4. Исправленный график работы РОМ с добавлением второй смены**

Рабочие дни	03.01	04.01	05.01	06.01	07.01	10.01	11.01	12.01	13.01	14.01	17.01	18.01	19.01	20.01	21.01
Дополнительные смены	1	1	1												
Участок 5, заказ №	4	4 и 5	5	7	8	10	10	11	12	12	14				

С одной стороны, можно надеяться, что нам хватит половины буфера РОМ. С другой, учитывая, что все ресурсы будут работать в две смены, а исходный

пятидневный буфер, как мы помним, был рассчитан на односменную работу, лучше выразить длительность буфера в сменах, а не в днях, чтобы у нас не возникло проблем с отпуском материалов в производство.

Теперь мы можем составить план-график отпуска материалов (табл. 7.5). Обратите внимание, что сырье, используемое при изготовлении продукта Б (заказы 8 и 14), которое не проходит через РОМ, отпускается со склада всего за три дня до начала обработки соответствующего заказа на РОМ, поскольку буфер сборки составляет всего три дня.

**Таблица 7.5. План-график отпуска материалов**

Рабочие дни	03.01	04.01	05.01	06.01	10.01	12.01
Сырье 1	24 Заказ 7	1	24 Заказ 8	48 Заказ 12		24 Заказ 14
Сырье 2	24 Заказ 7	4 и 5	32 Заказ 11	48 Заказ 12		
Сырье 3		24 Заказ 8 64 Заказ 10			24 Заказ 14	
Сырье 4	36 Заказ 6		30 Заказ 9		30 Заказ 13	

Хотя ОПП охватывает три недели, в графике РОМ отражены только две недели и один день, а в графике отпуска материалов еще меньше — всего полторы недели. Эта разница соответствует длительности буферов.

Итак, мы рассмотрели простой пример, иллюстрирующий применение при планировании метода ББК. Заметьте, что в графиках указываются только даты отгрузки, время использования РОМ и время отпуска материалов, а операции, связанные с не-ограничениями, вообще никак не учитываются.

## Разрешение конфликта контроля

Вернемся теперь к конфликту, о котором мы говорили ранее в этой главе, — планировать все в деталях или нет? Из того, что мы только что увидели, можно вывести две инъекции, которые помогут решить дилемму (см. рис. 7.10). Они заменят Метод 1 (планировать все подробно).

Первая инъекция — подробно планировать только те работы, для выполнения которых в системе нет гибкости и избыточных мощностей, а также те, в которых категорически недопустима ошибка. Для такого планирования служат основной план производства, график работы РОМ и план-график отпуска материалов.

Если материалы отпускаются в производство слишком рано, защитная мощность расходуется впустую на то, что сейчас не нужно. Если же это происходит слишком поздно, теряется способность реагировать на неожиданные изменения (колебания спроса, неблагоприятные стечения обстоятельств и т. п.).

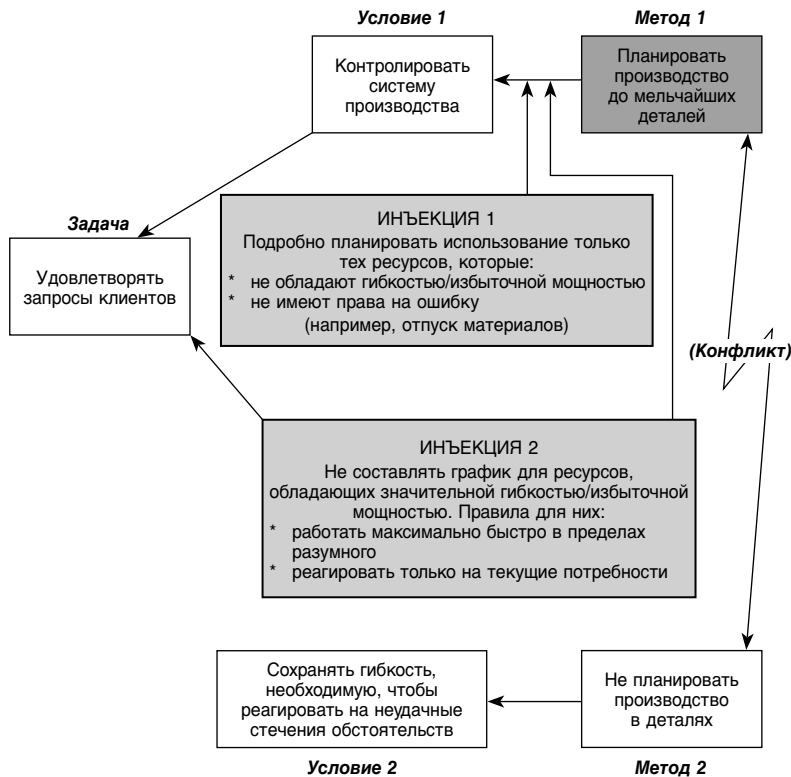


Рис. 7.10. Разрешение конфликта контроля

Вторая инъекция — не составлять график для ресурсов, обладающих значительной гибкостью/избыточной мощностью. Единственные правила для таких ресурсов:

1. Работать как можно быстрее (но так, чтобы выполнялись стандарты качества).
2. Работать только с тем, что сейчас нужно, — не позволяйте работникам по собственному усмотрению загружать себя операциями, не связанными с выполнением подтвержденных заказов. Единственное исключение — сознательное решение работать на склад или по схеме сборки на заказ в предвидении скорого появления спроса, который пока не возник, но, возникнув, приведет к перегрузке системы, если не принять предварительных мер.
3. Если есть несколько заказов, которые нужно пропустить через неограничение, первым обрабатывается заказ, стоящий раньше в графике работы POM, или заказ с более ранним сроком сдачи.

## **Управление не-ограничениями при использовании метода ББК**

Вторая инъекция — не составлять график, если ресурс обладает значительной гибкостью/избыточной мощностью, — вызывает естественный вопрос: какая степень гибкости будет достаточной?

Нужно ли планировать работу не-ограничения, зависит от его гибкости, которая, в свою очередь, определяется величиной избыточной мощности. В какой-то момент этой мощности оказывается недостаточно, чтобы отреагировать на изменение — переналадить оборудование, переключиться на другое задание, а потом снова переналадить и вернуться к прежней работе. Сколько таких изменений выдержит не-ограничение? Одно? Два? Четыре? Пять? Еще больше? К сожалению, тут нет универсального ответа.

Не-ограничение, не обладающее достаточной гибкостью для подчинения, обычно превращается в ограничение. В большинстве случаев достаточно самых простых мер, чтобы этого избежать, — например, минимального планирования для предотвращения значительных потерь мощности, ограничения числа переналадок, введения правил о минимальном размере партии, привлечения более квалифицированных операторов. Нужны эти меры или нет, зависит от ответа на главный вопрос: обладает ли это не-ограничение достаточной мощностью для подчинения? Задумываться о дополнительных мерах (включая минимальное планирование работы не-ограничения) стоит только в случае, если ответ отрицательный.

Когда рынок нестабилен или оборудование часто выходит из строя, не-ограничениям нужно гораздо больше гибкости и порог допустимого использования мощностей понижается. В такой ситуации можно посчитать гибкость недостаточной, даже если не-ограничение простаивает 30% рабочего времени. Какой бы необходимый минимум гибкости (избыточной мощности) вы ни установили, помните, что планировать следует только работу негибких ресурсов. Всякий ресурс, у которого хватает избыточной мощности (а хватает или нет, решаете вы), должен работать, оперативно реагируя на поступление необходимой информации.

## Глава 8

# ТРАДИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ БУФЕРАМИ: МЕХАНИЗМ КОНТРОЛЯ ББК

**Д**о сих пор в нашем обсуждении традиционного ББК мы уделяли мало внимания буферам, поскольку были заинтересованы скорее в том, чтобы представить концепцию ББК в целом. Однако буферы исключительно важны для успеха в условиях неопределенности, и правильное понимание того, как они работают, — обязательное условие надежного планирования. Что еще важнее, это понимание необходимо, чтобы правильно контролировать выполнение планов. Метод, используемый для контроля текущих операций в рамках традиционного ББК, называется «управление буферами» (Buffer Management, BM). Это ключ к успешному применению ББК, поэтому нам нужно рассмотреть несколько связанных с ним конкретных вопросов, а именно:

1. Как работают буферы времени?
2. Как определяется достаточное время буфера?
3. Что делать с буфером после того, как он создан?
4. Далее мы ответим на все эти вопросы.

### Концепция буфера

Буферы времени — это механизм ТОС, защищающий системы и процессы от изменчивости (неблагоприятных стечений обстоятельств, которые часто называют «законом Мерфи») и неопределенности. Колебаниями мы считаем нарушения хода процесса по внутренним причинам — например, из-за внезапной неявки сотрудника на работу, поломки оборудования, задержки с переналадкой, неожиданных проблем с качеством, пожара, аварии водопровода, кратковременного падения напряжения в электросети и т. д.

К неопределенности мы относим факторы, внешние по отношению к предприятию. Самая большая неопределенность, под которую обычно приходится подстраиваться, — это переменчивый рыночный спрос, но есть и другие, такие как надежность поставщиков, наличие сырья и т. п.

В ТОС — и в ББК в частности — буферы содержат не вещи (продукцию, подлежащую обработке), а время и представляют собой исключительно факторы планирования. Мы включаем буферы времени в свои планы на основании максимально точных предположений относительно степени гибкости, которая потребуется нам, чтобы реагировать на колебания и неопределенность.

Понятие буфера в управлении ограничениями уникально в двух отношениях. Во-первых, размер буфера выражается в единицах времени, а не продукции. Во-вторых, мы называем буфером приблизительную оценку всей продолжительности производственного цикла (обычно от стадии сырья до РОМ), а не запаса времени, добавляемого для надежности к средней продолжительности (что, может быть, лучше согласуется с обычным представлением о буфере).

Причина, по которой буфером в ББК считается все время производственного цикла, а не только страховочный запас, заключается в том, что на большинстве производственных предприятий существует огромная разница между суммарным чистым временем обработки и полным временем производственного цикла. Первое значение для большинства видов продукции составляет от нескольких минут до часа на единицу, второе может достигать до нескольких недель и даже при самых лучших условиях производства измеряется несколькими днями. Следовательно, каждая единица продукции гораздо дольше ждет где-то в цеху, пока на нее обратят внимание, чем подвергается непосредственной обработке. Продолжительность такого ожидания зависит от суммарной загруженности ресурсов и правил планирования. Поэтому есть смысл не высчитывать чистое время производства, а рассматривать как буфер полное время производственного цикла — то время, которое уходит у предприятия на выполнение всех полученных им заказов.

Но одних только буферов мало. Иногда они не в состоянии компенсировать колебания или неопределенность, и такие ситуации — отнюдь не редкость. Поэтому даже при наличии буфера мы должны уметь опознавать проблемы, превосходящие его возможности, и своевременно принимать корректирующие меры. Эффективный буфер способен значительно сократить необходимость в подобном аварийном реагировании, поэтому он делает нашу систему более стабильной в долгосрочной перспективе. Тем не менее, несмотря на все существующие противопожарные меры, периодически приходится вызывать пожарников.

## **Буферы как механизм управления**

Непосредственное назначение буфера — компенсировать небольшие отклонения от нашего плана. Основная задача управления буфером — выявить основные факторы, угрожающие нашему плану, — отклонения, слишком серьезные

для того, чтобы буфер мог с ними справиться, — и вовремя предупредить нас, чтобы мы успели принять меры и избежать катастрофы.

Состояние буфера в каждый конкретный момент времени соответствует риску невыполнения сроков поставки. В системе, основанной на ББК, задержка поставки означает, что все средства защиты, которые мы встроили в систему, исчерпали себя — буфер переполнился. Поэтому чтобы понять истинную природу неопределенности, с которой мы сталкиваемся, и оценить риск невыполнения сроков, нужно анализировать состояние буферов.

## Буферы ББК: три зоны

Итак, буфер в ББК определяется как приблизительная оценка (с запасом) фактической продолжительности производственного цикла между двумя точками внутренней цепи поставок. Мы разделим это время на три примерно одинаковые части — зоны. Если сравнить буфер с амортизатором, эти зоны будут соответствовать разным степеням сжатия (рис. 8.1).

На нормальной дороге с небольшими неровностями способность амортизатора к сжатию задействована в малой степени. Это Зона 3.

Ухабы и рытвины среднего размера, — которые встречаются реже, чем обычные неровности дороги, — вызывают несколько большее, но не максимальное сжатие амортизатора. Это Зона 2.

Иногда мы налетаем на такие большие бугры и выбоины, что амортизатор доходит до предела своих возможностей. Мы можем даже погнуть диск колеса. На такие неровности расходуется вся способность к сжатию. Это Зона 1.

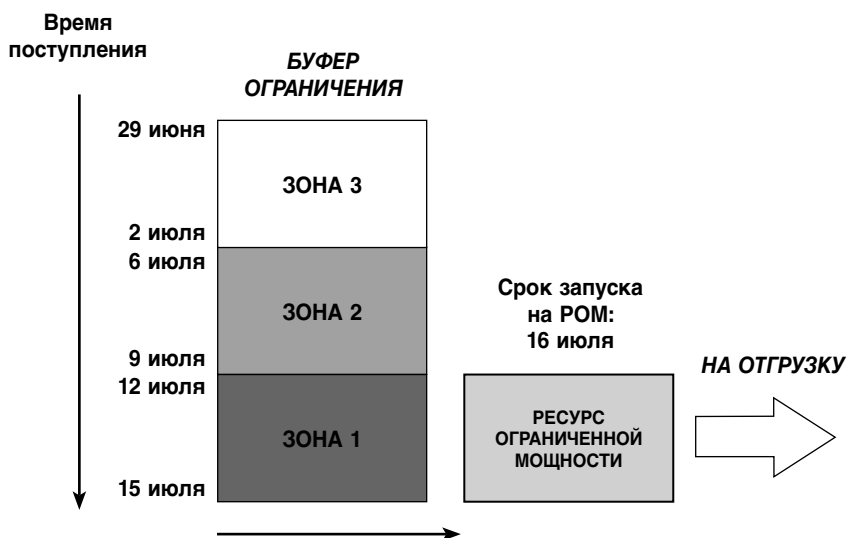


Рис. 8.1. Буферы ББК: три зоны

Применительно к производству Зона 3 представляет собой верх буфера. Она намного длиннее, чем чистое время обработки на единицу продукции, но при большом числе заказов будет использована почти полностью. Очень часто из-за изменчивости и неопределенности внешней среды этого времени оказывается недостаточно, и тогда нам приходится спускаться в середину буфера — Зону 2. Если Зону 3 можно считать эквивалентом обычных неровностей дороги, то Зона 2 — выбоины среднего размера. Зона 1 — низ буфера — это «зубодробительный» ухаб, на котором амортизатор сжимается полностью. Крайне нежелательно, чтобы Зона 1 когда-либо использовалась полностью, и то, что мы вообще в нее вошли, — уже сигнал опасности.

## Дыры в буфере

Ситуацию, когда заказ не попадает к заданному времени в защищаемую буфером точку процесса (РОМ, точку сборки или точку отгрузки), мы называем «дырой» в буфере. Дыры возможны в любой из трех зон (см. рис. 8.2).

Дыра в Зоне 3 означает, что заказ застрял где-то в производственном процессе, но для нас это не страшно. Мы даже не станем искать, где именно он застрял. Сырье для него должно было быть отпущено где-то в начале Зоны 3, и можно проверить, действительно ли это произошло. На то, чтобы заказ дошел от точки отпуска сырья до защищаемой точки (РОМ, точки сборки), всегда нужно некоторое время. Дыра в Зоне 2 связана с нормальными колебаниями в производственном процессе и заслуживает внимания, но не требует действий. И только дыра в Зоне 1 указывает на серьезную проблему с выполнением заказа.

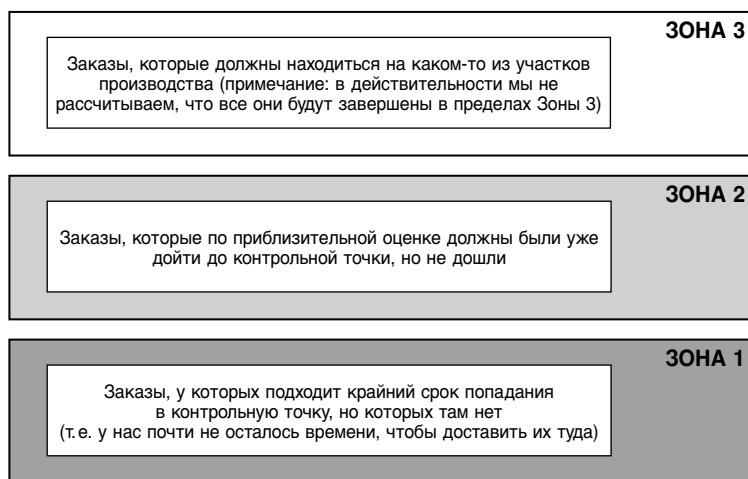


Рис. 8.2. Дыры в буфере



Появление дыры в Зоне 1 запускает механизм принятия корректирующих мер — обычно срочного выполнения заказа, — потому что до момента сдачи остается совсем мало времени. Заказ, попавший в Зону 1, уже почти наверняка просрочен. Если полный буфер (все три зоны) составляет 15 дней, этого, по-видимому, достаточно для соблюдения сроков поставки, причем большинство заказов выполняются даже быстрее, чем за десять дней. Работы по любому заказу, время которого превышает десять дней, должны быть ускорены.

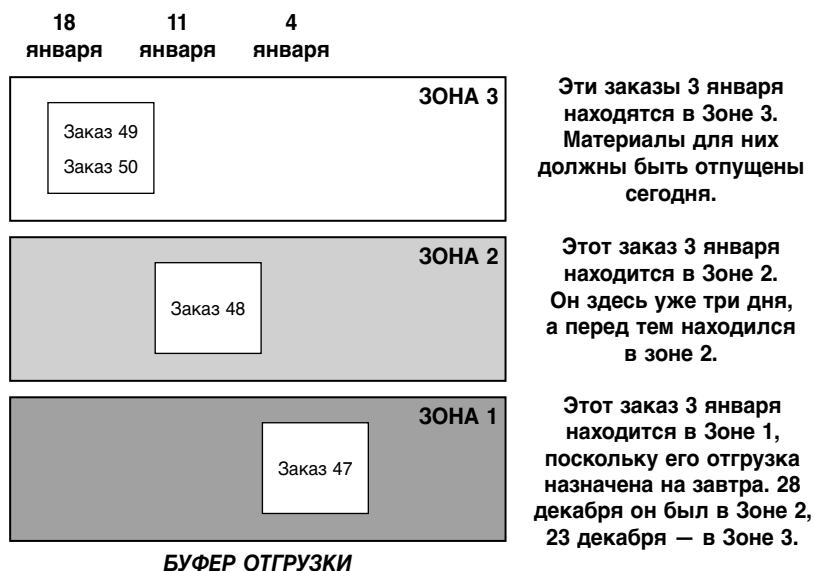
## Дыры в буфере: пример

Рассмотрим простой пример. Пусть мы установили три зоны буфера так, как показано на рис. 8.3. Каждая зона длится пять дней. Сегодня 3 января. Время — ровно 8 утра. У нас есть четыре заказа, которые ждут своей очереди в цеху:

- Заказ 47, отгрузка утром 4 января.
- Заказ 48, отгрузка утром 11 января.
- Заказы 49 и 50, отгрузка утром 18 января.

**Сейчас 3 января, 8 часов утра**

Эти четыре заказа отсутствуют на складе отгрузки, а их отгрузка назначена на...



*Примечание: Для простоты мы предполагаем семидневную рабочую неделю, пять дней в каждой зоне буфера и отгрузку с утра в оговоренный день.*

**Рис. 8.3. Дыры в буфере отгрузки**

Первым делом мы отправляемся на склад отгрузки и непосредственно проверяем, какие заказы уже готовы. Мы проделываем это ежедневно. Сегодня 3 января, и если мы не обнаружим на складе заказа 47, то у нас дыра в Зоне 1: отгрузка заказа 47 назначена на завтра! Положение очень серьезное, ведь заказ уже практически просрочен. Необходимо выяснить, где он сейчас (если мы этого еще не знаем), и ускорить его выполнение, иначе продукцию наверняка не удастся доставить в срок. В реальной жизни нас вряд ли будет ждать подобный неприятный сюрприз, так как заказ 47 находится в Зоне 1 уже четыре дня, а значит, мы должны были принять меры для ускорения его выполнения намного раньше — вероятно, еще 29 декабря.

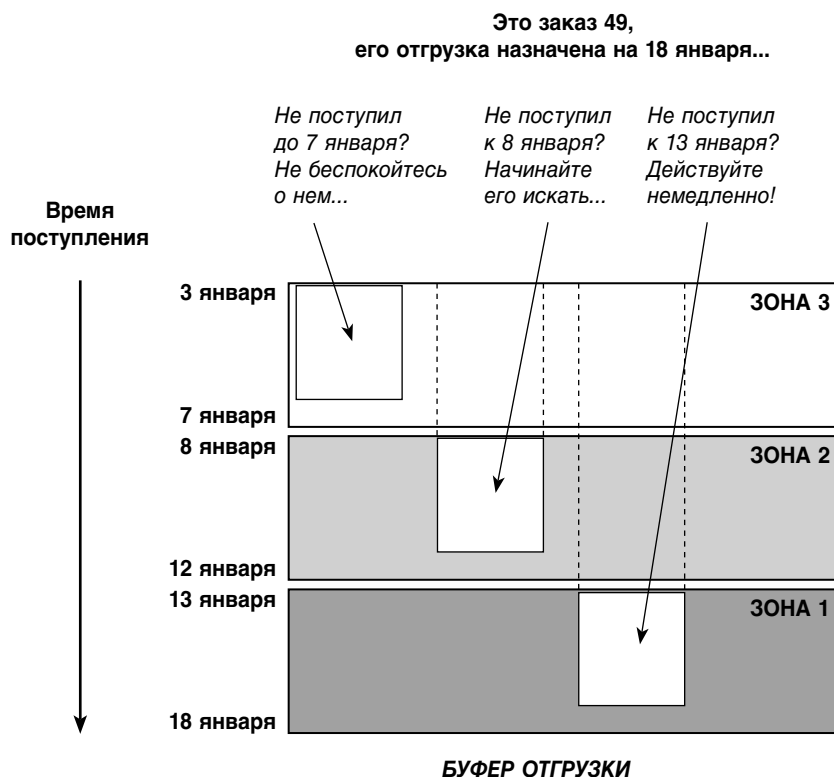
Также мы рассчитываем найти на складе заказ 48, хотя его отгрузка запланирована только на 11 января. Если его еще нет на складе, то у нас дыра в Зоне 2. Это не серьезная проблема — пока еще не серьезная, — но нужно следить за ситуацией. Пожалуй, стоит узнать, где этот заказ находится в настоящий момент, и понять, далеко ли ему осталось до склада отгрузки. Высока ли вероятность, что он попадет туда до 7 января, когда войдет в Зону 1? Если да, то никаких специальных мер не нужно. Заказ вовремя окажется на складе отгрузки и будет доставлен в срок. Достаточно проследить за его дальнейшим выполнением, чтобы там больше не было никаких задержек. Если же заказ не придет на склад к 7 января, придется принять меры по ускорению работы.

Заказов 49 и 50 на складе, по всей вероятности, нет. Скорее всего, они еще в процессе производства — возможно, где-то между складом готовой продукции и предыдущей контрольной точкой (РОМ, точкой сборки или даже точкой отпуска материалов). Однако если они не появятся на складе 8 января (дата их перехода в Зону 2), мы начнем искать их так же, как искали заказ 48.

На все это можно посмотреть и с другой стороны (рис. 8.4). Давайте рассмотрим только заказ 49. Если он не поступит на склад отгрузки до 7 января, не нужно волноваться по этому поводу! Мы и не ожидаем его так рано — он все еще будет где-то в производстве. Однако если он не окажется на складе до 8 января, у нас появится дыра в Зоне 2. Тогда мы начнем искать заказ, но не станем пока принимать какие-либо меры, если только не поймем, что дыра определенно перейдет в Зону 1. И если по какой-то причине заказа не будет на складе 13 января, нам придется поторопиться! К тому моменту заказ станет дырой в Зоне 1, т. е. возникнет непосредственная опасность срыва сроков.

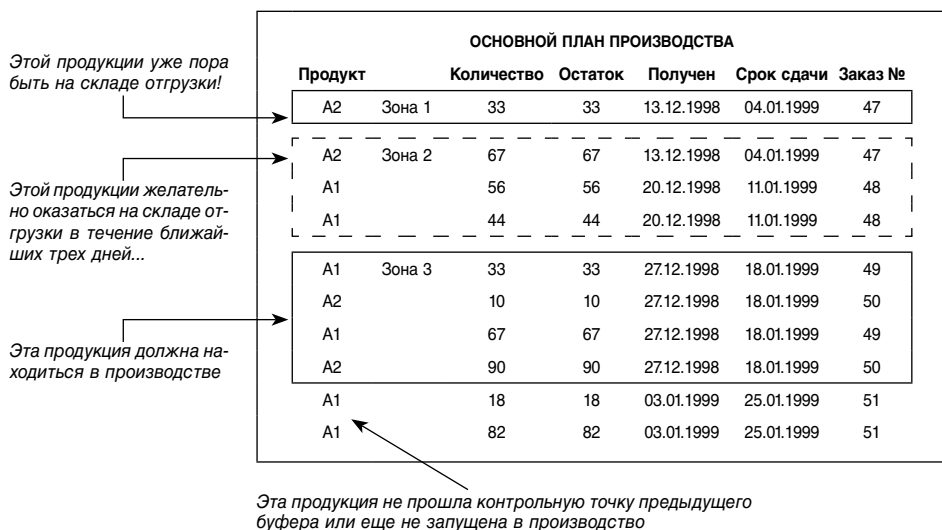
## **Отражение дыр в буфере в основном плане производства**

Хорошо рассматривать абстрактные картинки, но давайте применим то, о чем мы только что говорили, к реальной ситуации. На рис. 8.5 показан пример простейшего плана-графика производства. Предположим, как выше, что сегодня 3 января, а каждая зона буфера отгрузки составляет пять дней. Чтобы выявить дыры в буфере, мы отправимся на склад отгрузки и посмотрим, что там есть.

**Рис. 8.4. Заказ 49**

Если мы не найдем на складе заказ 47, готовый к отгрузке в полном объеме, есть вероятность, что его уже отгрузили, — обычно это легко проверить. Но если он еще не отгружен и к отгрузке до сих пор не готов, нельзя терять время! Заказ 47 необходимо отгрузить завтра — это дыра в Зоне 1. Нужно срочно его найти и ускорить его выполнение. На самом деле мы должны были уже отметить отсутствие продукции 24 декабря как дыру в Зоне 2, а 29 декабря — как дыру в Зоне 1. Также мы должны были быть мысленно готовы к тому, что заказ, возможно, не успеет попасть на склад отгрузки вовремя, т. е. к завтрашнему дню.

Также мы рассчитываем найти на складе заказ 48, готовый частично или полностью. Если мы ничего подобного не увидим, то проследим этот заказ и определим, где он находится. Это дыра в Зоне 2. Если продукция достаточно близка к отгрузке (в пределах одного-двух шагов процесса), мы ничего не станем предпринимать, а просто будем ждать, пока заказ придет на склад, — это произойдет в пределах Зоны 2.



**Рис. 8.5. Дыры в буфере и основной план производства**

Мы не рассчитываем, что заказы 49 и 50 уже готовы к отгрузке. Материалы для них должны уже быть отпущены, но вряд ли продукция поступит на склад в ближайшее время. Если мы страдаем паранойей, можно удостовериться у менеджера по снабжению, что материалы и в самом деле были своевременно отпущены, но больше никаких действий на данном этапе не требуется. Заказ 51 движется либо к РОМ, либо к точке сборки, а если в его производстве нет активного ограничения, материалы для него будут отпущены не ранее чем через неделю. Заметьте, дата сдачи этого заказа — 25 января, а буфер отгрузки составляет всего 15 дней.

## Зоны буфера: пример с буфером РОМ

Давайте рассмотрим еще один пример (рис. 8.6) — на этот раз с буфером ограничения. Пусть согласно нашему плану производства РОМ должен начать работу с заказом 95 рано утром 16 июля. Буфер РОМ составляет 12 рабочих дней (между которыми вклиниваются четыре обычных выходных дня и один государственный праздник<sup>1</sup>).

Если отпуск сырья запланирован на 29 июня, три зоны буфера делятся следующим образом<sup>2</sup>:

<sup>1</sup> День независимости США (4 июля). — Прим. перев.

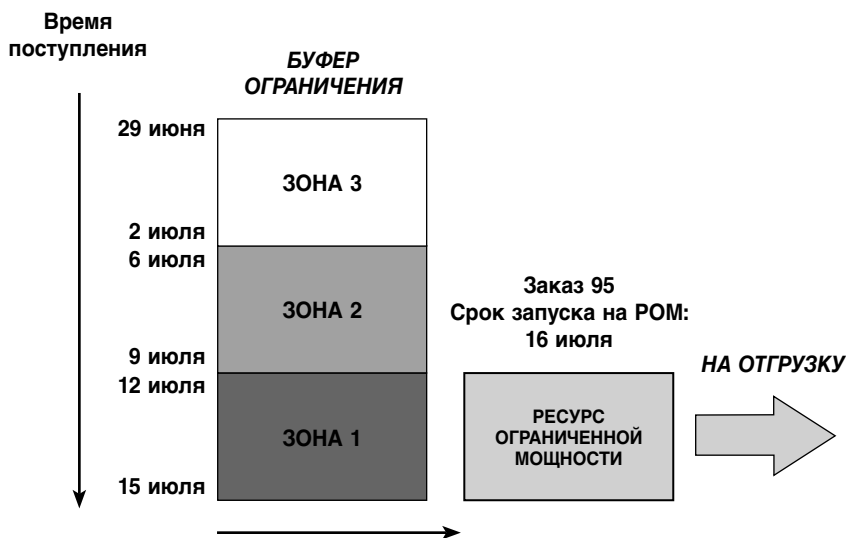
<sup>2</sup> Между зонами 2 и 3 три выходных дня, между зонами 1 и 2 — два.

Зона 3: с 29 июня по 2 июля

Зона 2: с 6 июля по 9 июля

Зона 1: с 12 июля по 15 июля

Графическое представление этих трех зон приведено на рис. 8.6 и 8.7. Зона 3 — верхняя часть буфера РОМ. Любой заказ, попавший в нее, должен уже быть запущен в производство, и мы предполагаем, что фактически производство целиком займет время этой зоны. В нашем примере границы Зоны 3 — 29 июня и 2 июля. Если все пойдет нормально, прихода заказа на РОМ следует ожидать к концу дня 2 июля.



**Рис. 8.6. Буфер РОМ (пример)**

Зона 2 — средняя часть буфера РОМ. Заказ, запущенный в производство 29 июня, может частично захватить эту зону, если в производственном процессе между моментом отпуска материалов и моментом прихода заказа на РОМ произойдет какой-либо сбой. Если заказ, который в графике загрузки РОМ запланирован на 16 июля, не успеет дойти до РОМ к 6 июля, нам нужно будет начать его поиски. Мы узнаем, на каком шаге производственного процесса застрял заказ, и просто будем следить за ним — если, конечно, не увидим сразу, что он не успевает дойти до РОМ к началу Зоны 1.

Зона 1 — это нижняя часть буфера РОМ. Заказ, который был запущен в производство 29 июня, но не дошел до РОМ к 12 июля, создает угрозу несоблюдения сроков отгрузки, но, возможно, у нас еще есть время исправить ситуацию. Если заказ дошел до этой зоны, нужны немедленные действия по ускорению его выполнения.

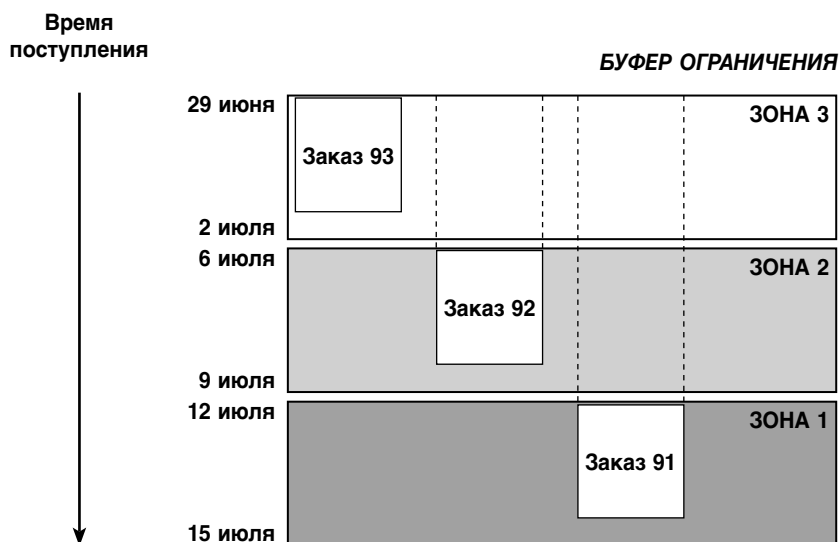


Рис. 8.7. Дыры в буфере РОМ

Подведем итоги: если заказ запущен в производство согласно графику, не следует обращать на него внимания, пока он находится в Зоне 3, — никто и не рассчитывает, что к этому времени он уже дойдет до склада отгрузки, РОМ или точки сборки. Заказам, которые не успели дойти до РОМ к началу Зоны 2, необходим мониторинг. Следует определить, где застрял заказ, но если он успевает дойти до контрольной точки к началу Зоны 1, никаких специальных действий не нужно. Необходимо ускорить выполнение заказов, которые не успевают дойти до РОМ к началу Зоны 1, — и только их. Не ускоряйте заказы, которые еще не вошли в Зону 1, за исключением тех случаев, когда вы абсолютно уверены, что без специальных мер их не удастся завершить вовремя.

### Три преимущества управления буферами

Схема управления с применением буферов обладает тремя преимуществами, которые оправдывают ее применение. Во-первых, руководство получает сигнал о том, что заказ опасно задерживается, когда обычно еще есть возможность что-то исправить, но ускорять выполнение заказов разрешается, только если это действительно необходимо. Дополнительное преимущество — значительное снижения уровня стрессов для руководителей производственных подразделений!

Во-вторых, по буферам можно определить, стабильна ли производственная система в целом. Если в Зоне 1 одновременно оказывается несколько заказов,

это очень тревожный сигнал. И даже если заказы попадают туда по одному, но несколько раз за короткий промежуток времени, вероятность того, что система начинает терять стабильность, достаточно велика. Вот аналогия. Если уроки начинаются в 8.00 утра, а учитель дал ученикам указание быть за партами к 7.55 (начало Зоны 1), то он не будет сильно волноваться, если один из учеников (производственных заказов) явится в 7.57. Но если еще двое придут в 7.58, а еще один — в 7.59, то учитель забеспокоится по поводу дисциплины в классе (стабильности системы), даже если на самом деле никто из учеников не придет позже 8.00 (задержка отгрузки). Поэтому многочисленные случаи попадания в Зону 1 за короткий промежуток времени могут говорить о том, что пора проверить загрузку системы в целом и определить меры по восстановлению стабильной работы.

Наконец, в-третьих, буферы помогают выявить следующее ограничение, отличное от существующего РОМ. При эффективном использовании ББК известный РОМ никогда не будет перегружен. Таким образом, попадание большого числа заказов в Зону 1 может свидетельствовать о том, что некоторый другой ресурс — неограничение — теряет свою защитную мощь.

## **Как воспользоваться преимуществами управления буферами**

Вот как можно воспользоваться перечисленными выше преимуществами:

1. Поищите дыры в Зоне 1 каждого из своих буферов. Мониторинг отгрузки за определенный период быстро позволит выявить заказы, которые еще не готовы и рискуют не уложиться в срок. Поторопитесь, чтобы не допустить их задержки.
2. Проанализируйте данные по заказам, попадавшим в Зону 1 любого из буферов (РОМ, сборки или отгрузки). Усиление загруженности системы дает о себе знать большим или растущим числом дыр в Зоне 1. Помимо действий, необходимых для своевременной отгрузки конкретного заказа, примите меры, чтобы снизить степень напряженности в системе в целом. В большинстве случаев это означает тем или иным образом привести в соответствие производственную мощность и спрос.
3. Всякий раз, ускоряя прохождение заказа, попавшего в Зону 1, определите и запишите ресурс, на котором задержался остаток заказа. Когда наберется статистика, можно будет нарисовать диаграмму Парето и посмотреть, какой из ресурсов имеет больше всего шансов стать следующим ограничением системы. Невысокая производительность ресурса с достаточно большой избыточной мощностью может указать направление для работ в рамках программы постоянного совершенствования (Continuous Improvement, CI). Имейте в виду, что управление буфером осуществляется в *реальном мире*, а не в базе данных. Соответ-

ственно, оно может помочь выявить ограничения и не-ограничения, существующие в настоящий момент, которые невозможно было бы отследить по базе данных из-за неточности информации (или слишком длинного цикла обновления информации).

Помните, что одна дыра в месяц в Зоне 1 — это еще не страшно, если только дыра не относится к очень крупному заказу и не охватывает значительную часть выпущенной за месяц продукции. Но несколько дыр могут свидетельствовать о том, что система теряет стабильность. Вероятно, утрачена необходимая гибкость (защитная мощность) или появляется новое ограничение.

### **Выявление вновь возникшего ограничения: пример**

Давайте предположим, что из-за изменения ассортимента выпускаемой продукции ограничение переместилось с установки 10 на установку 23. Нагрузка на машину 23 продолжает расти, но информационная система компании этого не показывает, поскольку имеющиеся в ней данные неверны или устарели, к примеру, на неделю. Как мы можем понять, что ограничение сместилось?

До того как ограничение начало смещаться, менеджер производственного подразделения отмечал, что в Зону 1 попадает не более трех заказов в неделю. Теперь же этот показатель приблизился к 15 заказам в неделю и продолжает расти. Пытаясь ускорить эти заказы, менеджер отмечает, что в трех четвертях случаев они застревают на установке 23.

На основании этой информации менеджер, знакомый с теорией ограничений, может заключить, что установка 23 превращается в новое ограничение, а значит, нужны новые процедуры использования и подчинения, которые следует разработать и внедрить, чтобы производственная система по-прежнему обеспечивала максимальный генерируемый доход.



## Глава 9

# МЕТОД ББК И СИСТЕМЫ MRP

**К**ак вы, очевидно, успели заметить, до сих пор мы рассматривали правила и процедуры, почти не затрагивая средства автоматизации. Метод ББК действительно можно применять вручную, и на сравнительно небольших и простых предприятиях типа нашего условного Завода-120 часто так и происходит. Но по мере увеличения масштабов и уровня сложности это становится все труднее — просто не хватает рук, чтобы жонглировать всеми шариками.

Редкое производство, независимо от размера и сложности, обходится сегодня без автоматизированной системы MRP (Material Requirement Planning — планирование потребности в материалах), а в большинстве случаев — MRP II (где сокращение расшифровывается уже как Manufacturing Resource Planning — планирование производственных ресурсов). Системы MRP/MRP II помогают планировать как потребность в сырье и материалах, так и производственные операции. Одна из основных проблем, связанных с их применением, заключается в так называемой «неограниченной мощности», т. е. графики создаются без учета ограничений по мощности. «Неограниченная мощность» — пожалуй, самый известный и широко обсуждаемый (хотя, как вы увидите из дальнейшего, вовсе не единственный) недостаток MRP-систем. Следовательно, эти системы создают определенные проблемы, которые мы подробно обсудим далее и с которыми помогает справиться ББК.

Мы знаем, что ББК подразумевает планирование ограниченной мощности, но известно также, что многие компании вложили значительные средства в создание и развитие своих MRP-систем. Более того, проделав путь от алгоритма расчета суммарной потребности в материалах до всеобъемлющей базы производственных данных, эти системы стали практически незаменимыми. На той же концепции по большей части основаны системы планирования ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning, ERP), так как они выросли из старых MRP-систем.

Но если организация, настолько сложная, что для планирования ей требуется автоматизированная поддержка, хочет перейти к планированию

по методу ББК, означает ли это, что ей придется избавиться от своей MRP-системы и установить программное обеспечение ББК? Ответ на этот вопрос отрицательный. Инвестиции в MRP не теряются. В действительности все существующие в настоящее время немногочисленные системы, обеспечивающие планирование и контроль по методу ББК, работают вместе с более крупными MRP-системами. Более того, не обязательно даже устанавливать специальную ББК-программу: есть способы «заставить» стандартную MRP-систему соответствовать основным требованиям метода «барабан-буфер-канат», хотя для этого понадобятся кое-какие усилия.

На сегодня MRP — это фактически единственный стандартный метод работы с данными о потребности в материалах и — несмотря на свои недостатки — стандарт представления производственной информации в целом. Понимая, что рискованно использовать информационные системы, не стандартизированные должным образом и не имеющие качественной сопроводительной документации, руководители производственных предприятий выбирают MRP.

## **Достоинства MRP**

Мы начали с упоминания недостатков MRP-систем, но у них, безусловно, есть и достоинства. Уровень, на котором они поддерживают планирование потребности в материалах, вполне адекватен для большинства производственных предприятий. Обеспечивается информация о продажах, производстве и снабжении, учитывается изменение потребностей в соответствии с ритмами производственной деятельности.

Существенно, что MRP-система не создает ложного ощущения точности. Она распределяет работы по интервалам времени, но не дает подробной информации о последовательности операций. Не исключено, что какой-то временной интервал окажется перегруженным, — мы сможем узнать об этом, только перепроверив результаты планирования производственных мощностей.

Благодаря такому свойству MRP-систем производство больше выигрывает, чем теряет. Поскольку планирование не переусложнено, недостающие элементы всегда легко найти методом исключения. Опытные специалисты по планированию видят необходимость проверить пропущенные показатели и сделать реалистичный выбор на основании своего суждения.

Но, пожалуй, самое важное достоинство MRP-систем — это их гибкость, благодаря которой они могут предоставить информацию, необходимую для поддержки ББК, — хотя такая задача и не ставилась при их создании.

## **Недостатки MRP**

Вернемся к недостаткам MRP-систем, о которых мы кратко сказали в начале этой главы. Если компании требуется минимизировать фактическую про-

должительность производственного цикла, сохранив высокую надежность поставок, то MRP — не идеальный инструмент.

Во-первых, в программном обеспечении MRP-систем обычно используется пакетная обработка — они не способны функционировать в режиме реального времени. Обновление данных происходит не при поступлении каждого нового заказа, а с определенной периодичностью: раз в сутки, в неделю и т. д., система учитывает все заказы, накопившиеся с момента последнего обновления. Во-вторых, MRP-системы не очень хорошо справляются с неопределенностью. Они защищают дату отгрузки, добавляя запас времени на всех этапах процесса. Это растягивает сверх необходимости производственный цикл и засоряет систему работой, которая может быть выполнена позднее.

Кроме того, MRP-системы приводят к эффекту, который можно назвать «сенсорной перегрузкой». Они создают производственные заказы для каждого уровня ведомости материалов (Bill of Materials, BOM), и из-за получающегося огромного количества заказов затрудняется восприятие процесса в целом. Разделение по уровням BOM выполняется для того, чтобы затем объединить заказы на одинаковые комплектующие, — предполагается, что так можно сэкономить много времени на переналадке оборудования. Но тогда мы лишаемся возможности управлять приоритетами, поскольку сложнее становится следить за тем, какие именно комплектующие нужны для того или иного заказа. Кроме того, укрупняются партии обработки, так что их труднее будет разбить, если возникнет такая необходимость. Как видим, некоторые концепции, заложенные в MRP-системы, приводят к появлению правил, мешающих эффективно управлять производством. Рассмотрим их подробнее.

## **Нежелательные правила, навязываемые MRP-системами**

Начнем с того, что системы MRP требуют на каждом шаге производственного процесса задавать промежуточный срок сдачи. Это может казаться разумным — ведь назначается точное время окончания работ, которое легко контролировать, — но влечет ряд очевидных отрицательных последствий. Во-первых, если оператор видит, что может закончить обработку той или иной партии значительно раньше, чем положено по графику, он начинает искать другие способы повысить свою производительность. В конце концов, его зарплата зависит от производительности, не так ли?

Представьте себе, что вы — оператор станка NC15, который не является ограничением. Сейчас утро понедельника. Вы просматриваете список заказов, запланированных MRP-системой для вашего участка, и замечаете заказ 102 на 100 единиц продукции, все заготовки для которого уже поступили. Чтобы выполнить этот заказ, вам нужно потратить полтора часа на переналадку оборудования, а после этого — еще полчаса, чтобы обработать всю партию.

По счастью, вы замечаете, что в том же списке есть заказ 111 на 230 единиц другой продукции, причем на переналадку оборудования между первым и

вторым заказом уйдет всего две минуты, поскольку операции похожи и используют одну и ту же оснастку. Будучи умным и опытным оператором, вы понимаете, что если объединить заказы 102 и 111, то ваша производительность увеличится.

Однако заготовок для заказа 111 у вас еще нет — они должны прийти только в среду. Поскольку заказ 102 реально понадобится только в четверг, его без проблем можно отложить до тех пор, пока не поступят заготовки для заказа 111, т. е. до среды, верно?

Нет, неверно! Согласно ББК, максимизация производительности не важна для не-ограничений. Единственное, что для них существенно, — это подчинение ограничению. Другими словами, вы должны приступить к выполнению заказа 102, как только получите все нужные заготовки.

Промежуточные сроки сдачи создают ложное впечатление, что нет необходимости спешить. Помните: весь смысл буферов состоит в накоплении запаса времени там, где он может понадобиться, — только тогда этот запас удастся эффективно использовать в случае серьезных отклонений. Чтобы воспользоваться преимуществами управления с помощью буферов, нам следует как можно быстрее проталкивать работу через все этапы, на которых нет буфера. Если бы каждый оператор ждал (т. е. использовал незанятое время по своему усмотрению) до последнего момента, мы бы обязательно не успевали сделать в срок тот или иной заказ.

Давайте посмотрим, что могло бы произойти, если бы мы решили отложить выполнение заказа 102 до среды, рассчитывая сдать его в четверг. Пусть во вторник в 12 часов дня случилась авария и станок NC15 вышел из строя. На его ремонт нужно полтора дня. К утру четверга, когда он опять заработает, в очереди к нему накопится уже много заказов. Если бы заказ 102 был выполнен в понедельник, он бы уже находился в безопасной зоне буфера отгрузки, РОМ или сборки; его не пришлось бы ускорять, и буфер не казался бы слишком коротким. В этом суть подхода *roadrunner*, упомянутого в главе 7. Сокращая время, которое заказ проводит на каждом участке, мы уменьшаем его подверженность действию закона Мерфи. Поэтому принцип *roadrunner* можно считать инструментом снижения риска, а также способом сократить длительность производственного цикла. Промежуточные сроки — часть философии MRP-системы и результатов ее использования — противостоят этому принципу.

Еще одно отрицательное свойство MRP-систем состоит в том, что они не предотвращают преждевременный отпуск материалов, когда нескольким первым участкам нечем заняться. Такая практика прямо противоречит логике ББК. Из-за нее появляются чрезмерные объемы незавершенного производства, путаются приоритеты и удлиняется производственный цикл. Хотя в MRP-системах нет формального требования о досрочном отпуске материалов, специалисты по MRP не возражают против подобного образа действий.

И последнее: алгоритмы планирования MRP-систем работают в предположении, что партии перемещения равны партиям обработки. Это означает,

что незавершенное производство должно ждать (задерживаться) между этапами производственного процесса, пока не будет обработан полностью весь заказ. В результате могут выстраиваться огромные очереди, что замедляет движение заказов по производственной цепи.

## Как преодолеть недостатки MRP-систем

Как уже отмечалось выше, не стоит «выплескивать из ванны младенца вместе с водой» — MRP-системы вполне можно использовать для поддержки планирования методом ББК. Для этого руководитель производственного подразделения должен сначала признать недостатки MRP-системы, что, очевидно, требует понимания самих недостатков и вреда, который они способны причинить. Затем следует воспользоваться гибкостью, присущей MRP-системам, и настроить программное обеспечение так, чтобы оно могло эффективно поддерживать управление ограничениями.

Как именно настроить MRP-систему? Во-первых, необходимо принудительно ввести в нее барабан. Этот процесс состоит из нескольких шагов.

1. Прежде всего необходимо определить ресурс ограниченной мощности (РОМ) и как можно точнее рассчитать его затраты времени на обработку и переналадку. Скорее всего, это уже сделано.
2. Затем составляется оптимистичный основной план производства: что и в какие сроки мы бы хотели произвести, не будь у нас внутренних ограничений. Если нет сведений о том, какие из заказов, внесенных в ОПП, используют РОМ, в MRP-системе запрашивается список операций, выполняемых на РОМ.
3. Имея этот список, можно вручную составить график загрузки РОМ так, как объяснялось в главе 7.
4. Теперь следует определить изменения, которые требуется внести в ОПП. Для каждой операции с участием РОМ проверьте, что временного интервала от момента окончания обработки на РОМ до сдачи заказа хватит, чтобы завершить остаток производственного цикла. Если понадобится, сдвиньте сроки отгрузки.
5. Принудительно задайте в MRP-системе составленный вами график загрузки РОМ и используйте обновленный ОПП. *Примечание. Если ваша MRP-система не позволяет принудительно задать график использования одного ресурса (РОМ), необходимо прибегнуть к упрощенной версии метода ББК — УББК, — о которой пойдет речь в главе 10.*
6. Теперь задайте нужным образом буферы и сгенерируйте в MRP-системе план-график отпуска материалов. Ниже мы поясним, как это делается, для чего понадобится рассмотреть некоторые внутренние характеристики MRP-систем.

## **Время опережения и очереди в MRP**

Первоначальный алгоритм MRP был основан на развертывании ведомости материалов (ВОМ) по каждому пункту ОПП. График для материалов рассчитывался по заданному в ВОМ фиксированному «времени опережения» компонента между уровнями — приблизительно времени, фактически необходимому для перемещения и обработки компонента. Таким образом, понятия времени опережения и буфера времени сходны между собой: в обоих случаях речь идет о грубой оценке времени, в течение которого выполняется последовательность производственных операций для того или иного заказа. Основное отличие состоит в том, что время опережения рассчитывается для каждого компонента и каждого шага производственного процесса, в то время как буферы времени полагается устанавливать только для критических точек (РОМ и сборка). Поэтому буферы ББК обычно охватывают несколько пунктов (и несколько уровней) ведомости материалов.

### ***Если система позволяет задать фиксированное время опережения...***

Программные пакеты MRP, позволяющие использовать фиксированное время опережения, лучше всего подходят для применения ББК. Первым делом следует обнулить большую часть значений времени опережения, оставив только показатели в исходных точках буферов. Время опережения для компонентов, поступающих к РОМ, должно соответствовать буферу РОМ. Обычно это означает, что операцию, выполняемую РОМ, нужно сделать отдельным пунктом ВОМ и обеспечить, чтобы для всех пунктов, предшествующих РОМ, время опережения равнялось нулю. То же самое следует проделать для буферов отгрузки и сборки.

В результате отпуск материалов по команде MRP-системы должен происходить в точном соответствии с размером (временем) буферов. Также из-за нулевого времени опережения операторам на этапах, предшествующих РОМ, будет постоянно казаться, что они опаздывают (так как промежуточный срок уже прошел). Это не так уж плохо, поскольку операторы на неограничениях отчетливее ощущают необходимость не тянуть с обработкой заказа: «если видишь, что все сроки уже прошли, скорее трогай с места».

### ***Если время опережения определяется только динамически...***

В более продвинутых MRP-системах используется динамическое определение времени опережения. Иначе говоря, они самостоятельно рассчитывают время, которое должно фактически понадобиться для прохождения заказа определенного размера по цепочке операций, заданной в ведомости материалов.

Формула для расчета включает время на наладку, обработку, перемещение и ожидание в очереди; все четыре параметра содержатся в файле маршрута, определяющем последовательность операций и необходимые ресурсы для заказа. Ближайшим аналогом буфера времени здесь выступает время ожидания в очереди, но это гораздо более узкое понятие. Время в очереди обычно значительно превышает сумму трех других параметров. Величина заказа учитывается только в одном параметре — времени обработки.

Чтобы заставить MRP-систему поддерживать буферы времени только в определенных точках, нужно обнулить время ожидания в очереди и время перемещения для всех операций, выполняемых на не-ограничениях и предшествующих попаданию продукции в область, защищенную буфером (РОМ, сборки или отгрузки). Для самой операции, выполняемой РОМ, задается очень большое время ожидания в очереди, соответствующее большей части буфера. Единственное отличие от ситуации с фиксированным временем опережения заключается в том, что буферы могут получаться несколько различными в зависимости от размера заказа, поскольку этот размер влияет на время обработки, которое, в свою очередь, учитывается при определении времени опережения.

Время на наладку и время на обработку обнулять нельзя, поскольку эти параметры нужны для планирования потребности в мощностях а оно необходимо нам, чтобы обеспечить дополнительный контроль загрузки мощностей.

## **Устанавливаем канат**

Подготовив график загрузки РОМ, буферы и ОПП, можно сгенерировать в MRP-системе план-график отпуска материалов. При правильно расставленных буферах этот график будет достаточно точным для наших целей. Осталось проследить за тем, чтобы материалы на практике не отпускались раньше сроков, рассчитанных MRP-системой.

## **Проблемы реализации ББК в рамках MRP-систем**

Описанная процедура использования MRP-системы для реализации метода ББК выполнима, но ее не назовешь простой и незамысловатой. Мы еще не говорили об управлении буферами в системе ББК-MRP, а оно сложнее, чем в случае планирования непосредственно на основе ББК. Во многих случаях от MRP-системы мало помощи, и основную работу, связанную с управлением буферами, приходится проделывать вручную.

Основная проблема здесь заключается в том, что MRP-системе навязывается несвойственная ей логика. В такой ситуации исключительное значение приобретает хорошее понимание сути ББК. На производственных пред-

приятнях нередко случается так, что место специалиста по ББК из-за трений или служебных перемещений занимает новый сотрудник, хорошо обученный логике MRP. Он воспринимает сделанные настройки MRP как «кривые» и обычно заменяет их «нормальными» — т. е. возвращает систему к тому виду, который предполагался разработчиками. В результате ББК исчезает, и возрождаются старые схемы.

Для эффективного применения ББК в среде MRP необходимо, чтобы логика ББК и вытекающие из нее изменения в MRP-системе были четко документированы, а люди — и те, кто уже работает в организации, и те, кто приходит позднее, — тщательно изучали ББК.

## **Специализированные программы для ББК и динамические буферы**

Итак, MRP-систему можно настроить так, чтобы осуществлять планирование и управление по методу ББК. Но у специализированных прикладных пакетов для поддержки ББК (т. е. не MRP-систем) есть неоспоримые преимущества. Большинство таких приложений совместимо с существующими системами MRP/ERP. Они замещают первичную обработку данных MRP-системы (иногда называемую *mpr*), но система продолжает использоваться для ведения базы данных, ввода данных и выполнения некоторых других задач, таких как приблизительное планирование мощностей и планирование потребности в мощностях.

Перечислим преимущества специализированных ББК-программ. Прежде всего, они, как правило, поддерживают графики для ограничений, учитывающие максимальную загрузку. Далее, в них есть возможность оценить выполнимость плана, проверив на модели, что все не-ограничения в состоянии выполнить за отведенное время объем работ, требуемый для поддержания ограничения.

Некоторые ББК-программы обеспечивают также избирательное сокращение буферов для улучшения временных характеристик производственного цикла. Имеющийся в таких программах анализ фактических показателей помогает совершенствовать качество управления буферами. Например, если по данным анализа в Зоне 2 или Зоне 1 никогда не бывает дыр, то буфер, скорее всего, слишком длинный и его смело можно сокращать. И наоборот, если обнаружится, что дыры в Зоне 1 появляются слишком часто, буфер нужно будет увеличить.

Увеличение буфера может быть желательным, если какое-либо не-ограничение не справляется с требованиями по поддержке ограничения, — например, при сезонных пиках или неожиданных всплесках спроса. Иногда необходимость в более длинном буфере связана с нестабильным качеством продукции или с производственным циклом из очень большого числа шагов.

ББК-программы с так называемой «динамической буферизацией» позволяют выявлять кратковременные изменения загрузки не-ограничений,



что помогает отличить отклонения, связанные с внутренними ресурсами, от неопределенности, относящейся к внешнему спросу, и отдельно управлять двумя видами буферов. Это особенно полезно, когда внутренние отклонения не очень велики и не требуют большого буфера, а диапазон изменчивости покупательского спроса (внешняя неопределенность), наоборот, весьма высока.

В программах с поддержкой динамических буферов пользователь обычно может сокращать стандартный буфер, сохраняя защищенность производственной системы от влияния закона Мерфи или внутренних отклонений. Программа следит за колебаниями загрузки под влиянием изменений спроса и при выявлении пика спроса, связанного с не-ограничением, автоматически увеличивает соответствующий буфер. Другими словами, материал отпускается в производство раньше обычного, благодаря этому не-ограничения получают достаточно времени, чтобы выполнить свою работу, и продукция вовремя доходит до защищенного ресурса. Таким образом, система выделяет случайные всплески спроса на фоне общей неопределенности и делает их предсказуемыми на стадии планирования, поэтому необходимые управленческие усилия предпринимаются достаточно рано. Другими словами, стандартный буфер может быть относительно коротким, но если потребуются, ББК-программа его автоматически удлинит.

Когда кратковременная дополнительная нагрузка на не-ограничение исчезнет, программа восстановит исходный размер буфера. Другие факторы увеличения буферов (нестабильность качества, большое число шагов процесса) самопроизвольно не исчезают, поэтому размер буфера не может быть восстановлен автоматически. Чтобы снизить влияние такого фактора и вновь сократить буфер, нужно человеческое вмешательство.

## Выводы

Подведем итог тому, что мы узнали из последних четырех глав (части II). Большинство руководителей производства, наверное, согласились бы, что надежный план лучше постоянной гонки. Чем предприятие ближе к полной загрузке мощностей, тем оно беззащитнее перед лицом колебаний и неопределенности. Правила управления производством, предлагаемые ТОС, позволяет высвободить скрытые мощности. Мы получаем их за счет:

- концентрации на ограничении (ресурсе ограниченной мощности):
  - использования ограничения и подчинения не-ограничений задаче полной загрузки РОМ;
  - выполнения только тех заказов, которые нужны сейчас;
- производства на заказ, где это только возможно;
- малых партий обработки;

- малых партий перемещения;
- предотвращения преждевременного отпуска материалов для заказов с отдаленным сроком сдачи.

Дополнительное сокращение производственного цикла может быть достигнуто за счет перехода от еженедельного к ежедневному планированию. Суточный график позволит добавить в ОПП новые твердые заказы, сохранив имеющиеся. С ним проще отодвигать несрочную работу. Другими словами, работы по твердому заказу должны выполняться до работ по производству на склад, даже если они требуют переналадки оборудования.

«Барабан-буфер-канат» — это способ добиться максимальной общей эффективности системы, защититься от колебаний и неопределенности, обеспечить своевременную (в кратчайший срок) отгрузку продукции, ускорить движение материальных потоков и сделать производственную систему в целом более управляемой.

Барабан — это график загрузки ресурса с ограниченной мощностью (РОМ), веревка — график отпуска материалов, предотвращающий накопление незавершенного производства, буферы — время, отпускаемое заказам на прохождение до точки отгрузки, до РОМ и до точки сборки с учетом действия закона Мерфи. Буферы защищают график отгрузки; благодаря им реже приходится принимать срочные меры по ускорению заказов, и они помогают выявлять новые ограничения, которые возникнут в будущем. Но даже самые лучшие буферы не в состоянии предохранить систему от любых непредвиденных событий. Следовательно, нам нужен какой-то способ контроля, который предупреждал бы нас о грядущей проблеме, прежде чем станет слишком поздно предпринимать что-либо по ее поводу.

Зная, что важно, а что нет, проще бороться с избытком информации. Теория ограничений помогает отличить важное от неважного. Надежность соблюдения сроков зависит от качества контроля системы. И в заключение, управление буферами — ключ к успеху ББК.

ЧАСТЬ 3

**Упрощенный метод  
«барабан–буфер–канат»**



## Глава 10

# УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД «БАРАБАН–БУФЕР–КАНАТ» (УББК)

**В** предыдущих разделах книги мы рассматривали простейшую производственную систему, условный Завод-120, и могли убедиться, что даже при небольшом количестве ассортиментных позиций, рабочих участков и видов сырья не просто сократить время производственного цикла и по-прежнему укладываться в оговоренные сроки. Также мы видели, насколько уменьшается головная боль по поводу календарного планирования, если применить производственные принципы теории ограничений: сократить размер партий обработки и перемещения, всегда пропускать первыми твердые заказы с наиболее ранними сроками сдачи.

Мы, кроме того, рассмотрели традиционный метод «барабан–буфер–канат» (ББК) и значение управления буферами для его успешного применения, отметив, что, независимо от наличия ББК, в любой среде управления производством нужнее всего, пожалуй, средства контроля, помогающие прогнозировать и предотвращать отклонения до того, как те нанесут существенный урон стабильности системы.

Когда вы учились арифметике, учитель заставлял вас считать сложными способами — с помощью карандаша и бумаги, а также в уме. Это был хороший способ проверить, насколько хорошо вы усвоили основные понятия. Однако, став взрослыми, мы по большей части перешли на электронные калькуляторы. Когда вы последний раз, не пользуясь калькулятором:

- вычисляли квадратный корень;
- рассчитывали сумму выплат по ипотечному кредиту на 30 лет по формуле будущей стоимости;
- определяли расстояние, которое не могли измерить непосредственно, по тригонометрической формуле;
- просто перемножали в столбик два четырехзначных числа?

Аналогичным образом в части 2 мы постарались подробно разобрать традиционную версию метода ББК, чтобы дать вам полное представление о его базовой концепции и принципах. Но хотя традиционный ББК действительно работает, он — подобно расчетам, сделанным вручну, — может оказаться несколько громоздким. Пора рассказать, как получить те же ответы с помощью «калькулятора» — упрощенного варианта ББК (УББК). Хотя УББК и не сводит решение задачи к нескольким нажатиям клавиш, его гораздо проще внедрить и использовать, а результаты получаются те же. Когда вы полностью поймете схему применения УББК, то, наверное, спросите себя: «Почему мы с самого начала не настроили так свою производственную систему, ведь это совсем просто?»

## **Сложности, возникающие при применении традиционного ББК**

Никакая система не совершенна, просто одни лучше, другие хуже. Хотя применение традиционного ББК определенно является шагом вперед относительно MRP, оно все-таки связано с некоторыми сложностями.

### ***Неэффективное распределение времени буферов***

Использование трех буферов способствует защите конкретных точек, но уменьшает общую защищенность системы. Время, отведенное одному буферу, не может быть при необходимости использовано каким-либо из оставшихся буферов. Каждый буфер защищает свою зону, и если он израсходован не полностью, нельзя сохранить оставшееся время для защиты последующих точек. Пусть, например, все этапы производственного процесса с момента отпуска сырья и до ресурса ограниченной мощности (РОМ) функционируют нормально, так что заказ доходит до РОМ со значительным опережением графика и должен ждать долгое время. После окончания обработки на РОМ заказ продолжает движение к складу отгрузки. И хотя в точке отгрузки есть свой буфер, это время, конечно же, ограничено. Если между РОМ и точкой отгрузки случится какая-то неполадка, которая займет все время буфера отгрузки или даже больше, неиспользованное время буфера РОМ ничем уже нам не поможет.

### ***Слишком большие буферы***

Продолжим рассмотрение примера. Очевидно, что, хотя фактическая продолжительность производственного цикла при использовании ББК может быть меньше, чем время, рассчитанное MRP-системой, три буфера в состоянии добавить большее время задержки, чем нужно, чтобы компенсировать

снижение общей защищенности системы. Не исключен и конфликт между потребностями разных буферов, из-за чего становится сложнее контролировать все три буфера сразу. Также возможно, что оператору придется делать выбор между двумя заказами, попавшими в Зону 1 двух разных буферов — например, отгрузки и РОМ. Чему здесь отдать предпочтение? При двух дырах в одном и том же буфере, очевидно, следует браться за более срочный заказ, но как поступить, если буферы разные?

## **Стабильность графика**

Если меняется приоритет клиентов, сложнее становится поддерживать стабильный график загрузки РОМ. Допустим, у нас есть график на ближайшие три недели, включающий только подтвержденные заказы. И вот к нам обращается новый клиент, который обещает заказать у нас еще много продукции при условии, что первый заказ, который он сделал, будет отгружен в течение следующих двух недель. Чтобы удовлетворить это требование, мы, очевидно, должны каким-то образом втиснуть новый заказ в существующий план-график и изменить график загрузки РОМ.

Возможно, достаточно будет просто вставить этот заказ в график и сдвинуть на нужное время обработку всех последующих заказов. Понадобится проверить, что отложенные заказы все равно будут готовы к назначенному сроку. Если окажется, что нет, можно попробовать сэкономить время на переналадках РОМ, но тогда график работы этого ресурса придется полностью переделать.

Теперь рассмотрим другую достаточно частую ситуацию — заказчик отменяет заказ или сдвигает сроки на месяц вперед. Мы оказываемся перед дилеммой: оставить ли график загрузки РОМ прежним, несмотря на снижение генерируемого дохода в краткосрочной перспективе, или переделать его график, сдвинув какие-то заказы на более ранний срок (если известно, что мы успеем вовремя получить все необходимые материалы), чтобы сохранить генерируемый доход? Если производство организовано достаточно сложно, то без помощи компьютера трудно будет составить (или пересмотреть) график для РОМ и подготовить на его основе график отпуска материалов.

## **Лишний буфер**

В традиционном ББК необходимость в буфере сборки обосновывается тем, что как только РОМ заканчивает обработку какого-то объема продукции (осуществляется вложение времени самого дефицитного ресурса), мы должны обеспечить максимально быстрое движение этой драгоценной продукции в сторону рынка. Нельзя, чтобы она задерживалась в какой-либо последующей точке, ожидая компонентов, не проходящих через РОМ. Но компоненты, которые проходят через РОМ, сами по себе не обладают особой ценностью — их значение

проистекает исключительно из невосполнимости времени, которое тратит на них РОМ. Реальную ценность они приобретают только тогда, когда заказчик готов принять — и оплатить — готовую продукцию. Потому-то соединение компонентов, прошедших и не прошедших РОМ, должно осуществляться заблаговременно — ведь нужно успеть в назначенный срок отгрузить продукцию заказчику. Возможно, этот срок достаточно далеко отстоит от момента, когда компоненты по графику должны проходить через РОМ. Поскольку мы обязаны использовать мощность РОМ по максимуму, какие-то работы на нем могут быть запланированы с существенным опережением относительно назначенной даты сдачи заказа. Есть ли реальная необходимость заставлять сборочный участок, не являющийся РОМ, заранее обрабатывать соответствующие компоненты?

Если смысл буферов только в том, чтобы накапливать максимальную защиту в самых слабых точках, можно доказать, что нужны только буферы РОМ и отгрузки, а буфер сборки лишний. Материалы, проходящие через ресурс ограниченной мощности, отпускаются в соответствии с графиком его загрузки. Материалы, используемые для производства «свободных» продуктов (ни один компонент которых не проходит через РОМ), отпускаются в соответствии с графиком отгрузки. Буфер сборки всего лишь сдвигает момент отпуска материалов, не проходящих через РОМ. На самом деле, буфер сборки — это не что иное, как продолжение буфера отгрузки, обеспечивающее более ранний отпуск материалов, не проходящих через РОМ, и их более раннее попадание в точку сборки.

Возможно, нам действительно нужно такое продолжение, ведь исходная длительность буфера отгрузки покрывает только те работы, которые находятся между РОМ и точкой отгрузки. Поскольку для компонентов, производимых без участия ограничения, может понадобиться более длинный буфер, в традиционном ББК добавляется буфер в точке объединения компонентов, прошедших и не прошедших РОМ. С этой точки зрения буфер сборки — не самостоятельный буфер, а лишь часть буфера отгрузки.

Тем, кто недостаточно хорошо знаком с традиционным ББК, часто представляется, что буфер существует в *любой* точке сборки. Это ошибка: в действительности буферы создаются, только когда точка сборки идет после РОМ и компоненты, обработанные РОМ, объединяются в ней с компонентами, в производстве которых РОМ не использовался. Если ни один из объединяемых компонентов не проходит РОМ или, наоборот, все компоненты его проходят, буфер не нужен.

## **Единый размер буферов**

Производственные предприятия, применяющие ББК, обычно используют одинаковые буферы для всех видов продукции. В рамках традиционного ББК создание буферов разного размера не приветствуется, хотя и не запрещено. В некоторых ситуациях — пожалуй, в большинстве случаев — продолжительность производственного цикла и уровень неопределенности могут очень



сильно различаться в зависимости от вида продукции. Если цикл для продукта А состоит из двух операций, а для продукта Z — из двух сотен, вряд ли есть смысл задавать в обоих случаях один и тот же размер буфера.

Подходящий размер буфера для продукта Z может составлять две недели, а продукту А хватит и двух дней. Зачем же использовать для обоих двух-недельный буфер? Ведь продукту А вовсе не нужно столько защиты! Нет никакой причины отказываться от буферов разного размера при настолько различной продолжительности производственного цикла. Если время производства различается несущественно — например, девять дней для одного вида продукции и десять для другого, — то в разных буферах особого смысла нет. Но если речь идет, допустим, о трех и 12 днях, разумно предусмотреть для каждого вида продукции буфер своего размера.

## **Производственные заказы**

В производственном заказе формулируется потребность в определенной продукции — конечном продукте или полуфабрикate. В MRP-системах на каждую деталь, вносимую в ведомость материалов, создается отдельный заказ, определяющий количество деталей и необходимые операции по их обработке. Традиционный ББК не предполагает использования производственных заказов. Отпуск материалов происходит в соответствии с главным планом-графиком производства, который, в свою очередь, опирается на заказы клиентов. Материалы свободно перемещаются в рамках производственного процесса, причем компоненты не приписаны к конкретным производственным заказам. Если последовательность операций для каждого материала однозначно определена, этот метод успешно работает. Он позволяет гибко перераспределять полуфабрикаты между заказами после начала производственного цикла, что, безусловно, полезно, однако связано с одной проблемой: неясно, как поступать с общими компонентами (т.е. такими, которые входят в состав более чем одного вида продукции). Когда производство организовано не по принципу производственных заказов, нужно уточнять, для чего именно предназначена деталь, если ее можно использовать для нескольких разных изделий.

Решение, предлагаемое традиционным ББК, заключается в том, что свободное перемещение материалов допускается только до точки ветвления, т.е. пока поток детерминирован (рабочие точно знают, что делать с поступившими материалами). В точках ветвления операторы получают четкие инструкции, что, в каком объеме и когда делать.

Однако инструкции относительно времени в этом случае выглядят иначе, чем в графике загрузки РОМ. В графике для РОМ указывается время фактического начала работы, здесь же — самое раннее время, когда ее разрешается начать. Например, на РОМ предписание обработать 100 единиц компонента X234 в среду 5 апреля в 14.00 означает, что оператор должен именно в это время приступить к обработке. Если же он закончил работу с предыдущим

заказом в 12.30 и компоненты X234 уже на месте, то может начать и раньше. На не-ограничении аналогичное предписание означает, что обработку компонентов X234 *нельзя* начинать до 14.00 в среду. Досрочная обработка запрещена, поскольку общие компоненты могут пойти из точки ветвления разными маршрутами и в разное время, а изменение процедуры, затрагивающее несколько разных ресурсов, может привести к путанице.

## «Кражи»

Продолжим обсуждение темы производственных заказов. Когда общие компоненты обрабатываются не для той продукции, в которой есть необходимость в настоящий момент, происходит так называемая «кража» — очень распространенное явление на предприятиях со схемой процессов V. Решение этой проблемы в рамках традиционного ББК мы только что описали: для каждой точки ветвления (откуда продукция расходится по разным ветвям производственного процесса) составляется график вида «не ранее». Однако такое решение охватывает лишь часть случаев. На рис. 10.1 приведена диаграмма ситуации, для которой оно не подходит.

Предположим, у нас есть компонент С, входящий в состав продукции видов А и В. Нам нужно 100 единиц продукта А к 1 марта и 80 единиц продукта В к 5 марта. Станок 24, участвующий в производстве продукта А, может приступить к обработке заготовок С не ранее 15 февраля, станок 39, участвующий в производстве продукта В, — не ранее 21 февраля.

Пусть теперь заготовки С, предназначенные для продукта А, поступили 19 февраля. Но ресурс, которому они нужны, — станок 24 (после точки ветвления) — занят, поэтому заготовки должны ждать. Если бы не требование «не ранее», станок 39 сразу же начал бы обработку 80 из них.

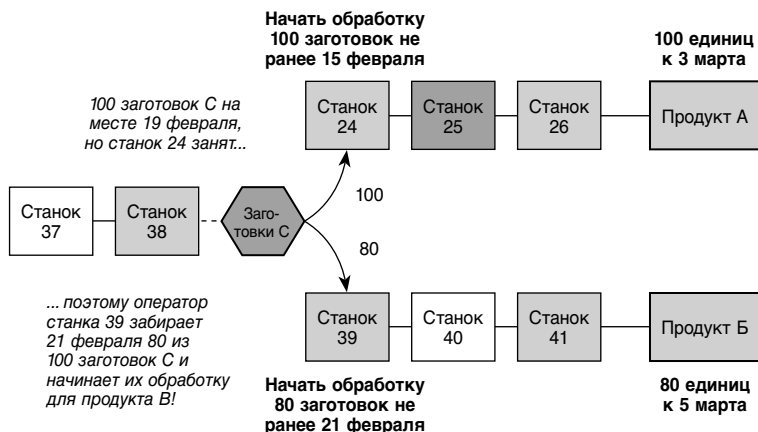


Рис. 10.1. «Кража» (пример)

Через два дня, 21 февраля, станок 24 все еще занят предыдущим заказом, а станок 39 свободен, однако случилась задержка и заготовки С для продукта В поступят только 28 февраля. Оператор станка 39 об этом не знает (или ему все равно), и, поскольку график позволяет ему начать работу с заготовками С, он забирает 80 из 100 заготовок, предназначенных для продукта А, и пускает их на производство продукта В.

Когда станок 24 освобождается и готов обрабатывать заготовки С для продукта А, оператор находит на месте всего 20 заготовок. Остальные придут позже (28 февраля), а готовую продукцию нужно будет отгрузить уже на следующий день — 1 марта! Как видим, подход традиционного ББК лишь отчасти решает проблему «краж».

## Путаница для операторов

Еще одна проблема в точках ветвления — это путаница (см. рис. 10.2). Предположим, станок 24, участвующий в производстве продукта А, — это ограничение. В общей сложности он выполняет десять различных операций,

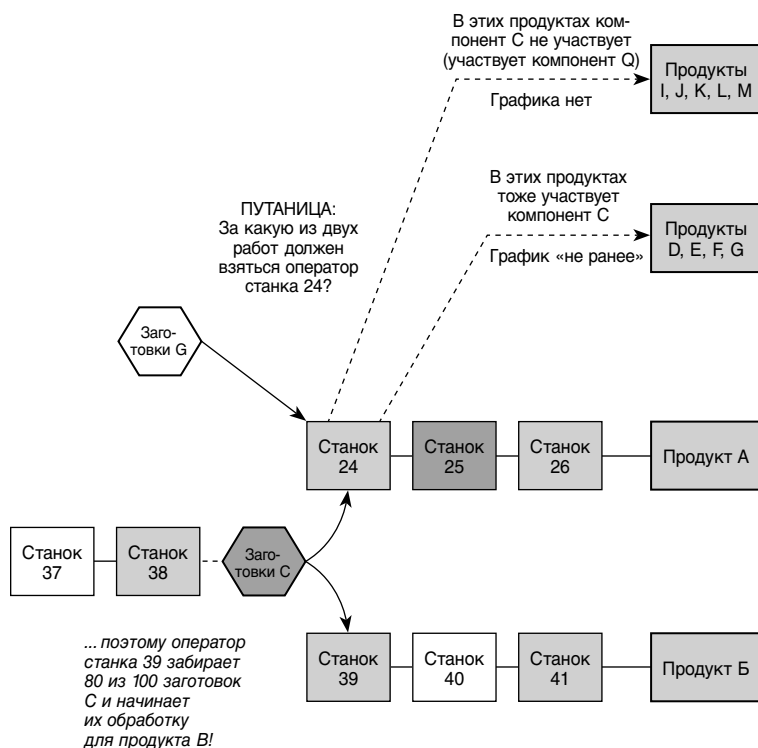


Рис. 10.2. Путаница для операторов

из которых пять относятся к обработке заготовок С и еще пять не связаны ни с какими общими компонентами. Поэтому станок получает графики «не раньше чем» только для первых пяти операций. Для оставшихся пяти графики не составляются: в традиционном ББК это означает, что можно сразу же приступить к работе, как только она появится. Операции, которым назначен график, выполняются, только если время, указанное в графике, уже наступило (или прошло). А теперь представим себе, что оператор станка 24 получает одновременно (или с небольшой разницей во времени) заготовки обоих видов. Какие из них он должен начать обрабатывать первыми? Здесь легко запутаться.

### **Необходимость в автоматической обработке данных**

Очевидно, что чем больше в производственном процессе точек, где нужны (используются) графики, тем выше зависимость процесса от автоматизированной системы управления. Например, такая система должна обеспечить расчет, составление и распечатку графиков для общих компонентов, а сделать это с помощью стандартной MRP-системы, которая расписывает по времени все операции подряд, очень и очень непросто.

### **УББК: упрощенный, эффективный**

Далее речь пойдет о том, как воспользоваться всеми преимуществами традиционного ББК и при этом избавиться от присущих ему проблем, не создав новых сложностей. Мы будем называть эту менее сложную версию упрощенным ББК (УББК).

Метод УББК подходит почти для любых производственных систем, даже для тех, которые настолько просты, что использование традиционного ББК их бы усложнило. Иногда традиционный ББК все-таки предпочтительнее УББК — позднее мы разберем такие случаи более подробно, — но в большинстве производственных конфигураций лучше применять УББК, так как он проще.

В УББК нашли воплощение все те принципы — и логическая схема, и основные допущения, — на которых основывается исходный метод ББК. И, пожалуй, самое важное его свойство (для многих организаций) заключается в том, что он может поддерживаться существующей MRP-системой: инвестиции в специальное программное обеспечение не понадобятся.

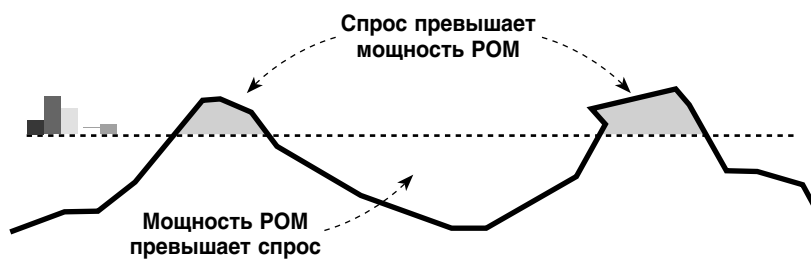
Схема работы УББК — та же, что и у традиционного ББК при отсутствии РОМ. Есть только один буфер — буфер отгрузки, — и ни для одного из участков не составляется подробный график, но работа происходит с учетом действующего ограничения. В УББК также вводится новый контрольный показатель — планируемая загрузка — для обеспечения равномерности работы.

## УББК: основные допущения

В основе УББК, как и в основе традиционного метода ББК, лежат определенные допущения. Первое и самое важное из них то, что рыночный спрос всегда является ограничением системы. Иногда какой-то из внутренних ресурсов или иная часть системы (наличие сырья и т. д.) может стать активным ограничением наравне с рыночным спросом, но внутренние ограничения по большей части носят временный характер. Обычно они ограничивают производительность компании только в периоды пикового спроса. Из-за колебаний рыночного спроса сложно постоянно поддерживать полную загрузку того или иного ресурса, а вот сам этот спрос как ограничение системы присутствует всегда. Большинству компаний нужно довести (поднять) рыночный спрос до пределов мощности конкретного ресурса, а не наоборот.

Из того, что внутренние ограничения чаще всего носят временный характер, вытекает второе допущение: внутренний ресурс, склонный превращаться в ограничение, может в какие-то периоды обладать избыточной мощностью, а в какие-то другие — испытывать перегрузку. Когда он перегружается, снижается процент своевременных поставок и, как следствие, степень удовлетворенности, а затем и лояльности клиентов.

Иллюстрацией двух описанных выше допущений служит рис. 10.3. Пусть изображенный на нем график охватывает продолжительный период времени — может быть, целый год. Пунктирная линия представляет производительность самого медленного ресурса на нашем предприятии, т. е. ресурса ограниченной мощности. Сплошная линия — это меняющийся покупательский спрос на нашу продукцию. Может быть, его колебания носят сезонный характер или связаны с какими-то иными циклами (полугодовыми, квартальными и т. д.).



**Рис. 10.3. Спрос и мощности**

Как легко видеть, два раза за год рыночный спрос на короткое время вырастал так, что мы были не в состоянии отгружать продукцию в свои обычные сроки. Но на протяжении большей части года у нас оставалась мощность, которой мы не пользовались. За исключением условий абсолютной монополии

такая картина будет наблюдаться практически всегда. В случае с монополией рынок лишен выбора и вынужден ждать, пока монополист обеспечит его потребности. Монополист не заинтересован по-настоящему в увеличении своей производственной мощности, потому что, даже если он не доставит продукцию заказчику в нужное время, тот не уйдет к конкуренту.

Естественно, желательно было бы обеспечить почти полную загрузку РОМ в течение всего года. Такого можно добиться только за счет сложной синхронизации продаж и маркетинга с производством. Другими словами, нам бы хотелось получить гибкое использование двух взаимосвязанных ограничений — рынка и РОМ.

## **УББК: принципы работы**

### **Подчинение рынку**

Итак, если верно, что каждый элемент производственной системы большую часть времени обладает избыточной мощностью, то рыночный спрос в норме выступает как доминирующее ограничение. А поскольку пять направляющих шагов предписывают подчинение всех не-ограничений ограничению, организации всегда должны подчиняться — и подчинять свои составные части — требованиям рынка. Возможно, добиться полного подчинения требованиям заказчиков и не удастся, но подчинение в той степени, в какой это вообще возможно, — обязательное условие выживания бизнеса. Попробуйте проверить, подчинено ли рынку ваше предприятие, ответив на следующие два вопроса:

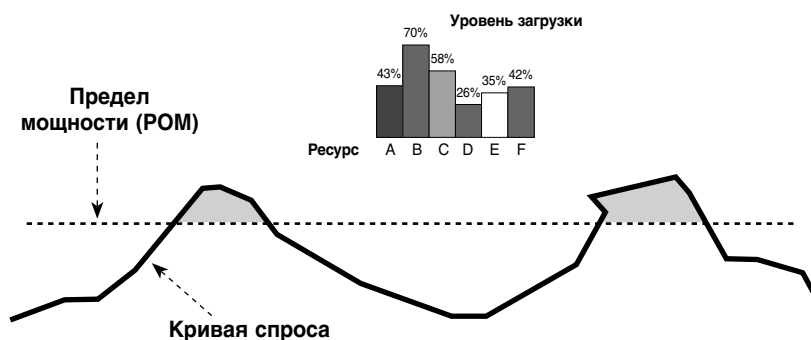
1. Важна ли для нас удовлетворенность клиента?
2. Если да, то почему?

Утвердительный ответ на первый вопрос подразумевает, что клиент имеет возможность уйти к конкурентам, а это негативно скажется на генерируемом доходе и чистой прибыли компании. Если так, то ваш бизнес, по всей видимости, не является абсолютной монополией, которая могла бы диктовать рынку свои условия, а не наоборот. Даже корпорации Microsoft и Intel, занимающие по 85% рынка операционных систем и микропроцессоров соответственно, стараются удовлетворить рынок. Отсюда видно, что, несмотря на лидирующее рыночное положение этих компаний, их способность увеличивать (или сохранять на существующем уровне) свои прибыли ограничивается все-таки рынком, а не внутренними ресурсами.

Рыночный спрос всегда остается общим ограничением системы, но внутренние возможности компании тоже могут ограничивать ее потенциал, мешая расширить свой рынок (т. е. зарабатывать больше денег *сейчас*). Признавая рынок постоянным ограничением нашей системы получения дохода (он не дает нам поднять доход выше определенного уровня), мы тем самым

признаем его частью этой системы. Если вспомнить сравнение с цепью, приводившееся в главе 1, то можно заключить, что наши рыночные обязательства должны учитывать мощность только одного внутреннего ресурса (или — в особых случаях — нескольких, но очень небольшого числа).

Ограничение мощности такого ресурса нередко носит временный характер, т. е. потребность в нем лишь иногда превышает его пропускную способность, в другие же периоды превышения нет, хотя избыточная мощность ниже, чем у остальных ресурсов. Этот ресурс — первый кандидат на роль ограничения при увеличении спроса. Посмотрите на пример, показанный на рис. 10.4. В настоящее время производительность системы ограничивается рынком, но из диаграммы загрузки внутренних ресурсов видно, что ресурс В наверняка превратится в ограничение, если (и когда) вырастет спрос. Действительно, его уровень загрузки самый высокий, а значит, первым достигнет 100%.



**Рис. 10.4. Потенциальный РОМ**

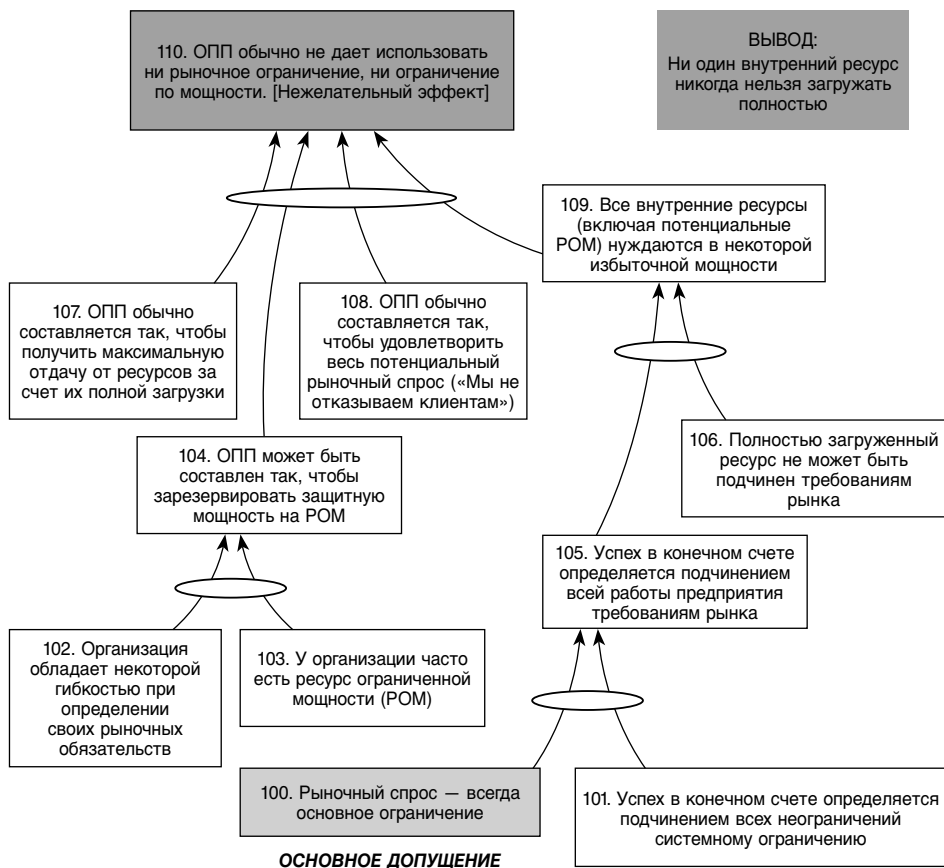
Но даже если РОМ загружен по максимуму (сезонные пики спроса, показанные на рис. 10.4), это, скорее всего, временно, и ситуация быстро изменится (спрос резко упадет), если компания не справится с задачей подчинения рынку, т. е. перестанет удовлетворять спрос. Не можете поспеть за спросом? Не волнуйтесь — просто продолжайте разочаровывать клиентов. Тогда они уйдут от вас к конкурентам, и спрос вновь упадет до точки, в которой вы легко — вероятно, даже намного легче, чем вам хотелось бы, — с ним справитесь. Ваша проблема с перегрузкой исчезнет сама собой — и прибыль тоже!

## Защитная мощность повсюду

Еще один важный принцип УББК заключается в том, что РОМ нужна своя защитная мощность. Другими словами, даже ресурс с максимальной степенью загрузки нельзя намеренно загружать до предела его мощности. Почему —

мы вскоре узнаем. Всем остальным ресурсам (не-ограничениям) требуется гораздо больше защитной/избыточной мощности. Причины, по которым это так, мы обсуждали в связи с традиционным методом ББК: благодаря избыточной мощности не-ограничений система получает необходимую ей гибкость, чтобы реагировать на изменения спроса и защищать РОМ.

Но зачем оставлять какой-то объем избыточной (защитной) мощности у РОМ? Давайте посмотрим на дерево текущей реальности, приведенное на рис. 10.5. Общий вывод из представленной на нем картины причинно-следственных связей можно сформулировать так. Компании нуждаются в защитной мощности для реагирования на меняющиеся требования рынка, но по соображениям внутренней эффективности и в силу стремления никому ничего не уступать они часто загружают все свои ресурсы — особенно РОМ — настолько, насколько могут. В результате не удается эффективно использовать ни рыночное, ни внутреннее ограничение.



**Рис. 10.5. Дерево текущей реальности: защитная мощность**



## **Основной план производства, основанный на показателях спроса**

Продолжим обсуждение основных допущений УББК. Еще один важный принцип заключается в том, что основной план производства (ОПП) должен составляться на основе фактических рыночных обязательств компании, принятых с учетом ограничения производственной мощности. Иначе говоря, давайте своим клиентам обещания, исходя из своих реальных возможностей, а потом составляйте план-график так, чтобы выполнить обещанное.

Это очень похоже на традиционный ББК, только в качестве барабана выступает *не* график загрузки РОМ, а непосредственно ОПП. Другими словами, темпы работы системы в целом диктуются фактическими обязательствами перед заказчиками. Инструментом для этого служит ОПП, а ограничивающим фактором (потенциальным или фактическим) для него — ограничение мощности одного ресурса (РОМ).

## **Производственные заказы на комплексные поставки**

Следующий принцип: каждый пункт ОПП должен представлять собой производственный заказ на комплексную поставку продукции. Это означает, что отдельные заказы для каждого пункта ведомости материалов не создаются. Производственный заказ в УББК — это поставка по твердому заказу от клиента или (только в случае крайней необходимости) на склад. Соблюдение этого принципа крайне желательно, но не всегда поддерживается MRP-системой.

Очевидная проблема с такими высокоуровневыми заказами заключается в том, что разные заказы с близкими сроками сдачи могут включать одинаковые общие компоненты, и жалко терять лишнее время на переналадку. Но это нельзя считать серьезным недостатком: ведь оператор всегда может объединить несколько заказов на выполнение одной и той же операции, если все материалы уже есть на его участке. Особый случай представляют предприятия, которые ведут сборку на заказ, чтобы сократить производственный цикл, — тогда заказы на промежуточные узлы оформляются отдельно от заказов на готовую продукцию.

Приравнивание производственных и клиентских заказов предотвращает «кражи» и обеспечивает гибкость производства. Вернемся к рис. 10.1, где нужно изготовить 100 единиц продукта А к 1 марта, 80 единиц продукта В к 5 марта и для обоих нужен компонент С. В УББК в этой ситуации будет оформлено два отдельных производственных заказа. Для первого, на продукт А, потребуется 100 единиц компонента С, для второго, на продукт В — 80 единиц. Партия компонента С из 100 единиц будет, очевидно, предназначена для заказа на продукт А, а из 80 единиц — для заказа на продукт В. Операторы не смогут по ошибке направить общие компоненты по неверному маршруту.

В MRP-системе можно было бы объединить две партии компонента С в один производственный заказ на 180 единиц. Этот подход предотвратил бы «кражу», но значительно повысил бы риск несвоевременной сдачи как минимум одного из заказов (по сравнению со случаем, когда оформляются два отдельных заказа). В УББК заказов будет два. Поэтому операторы станков 37 и 38 увидят разные заказы на одинаковые компоненты и в зависимости от фактической загрузки и приоритетов решат, как действовать: объединить два заказа и сэкономить на переналадке или выполнять в промежутке между этими заказами другие срочные задания. Таким образом, у операторов появляется возможность изменять приоритеты работ, отдавая предпочтение самым важным и срочным заданиям. MRP-системы не обеспечивают подобной гибкости.

Иногда даже сборка на заказ не позволяет сократить сроки выполнения заказов настолько, чтобы полностью отказаться от склада готовой продукции. Если, несмотря на весь связанный с этим риск (ошибки прогнозов, устаревание продукции), необходимо все-таки использовать производство на склад, составляется ОПП без учета ограничений — список продукции для пополнения склада. Изменения (уточнения, обновления) вносятся в этот план, исходя из предела мощности РОМ.

## **Уравновешивание рыночного спроса и мощности РОМ**

Как уже упоминалось при рассмотрении традиционного метода ББК, оптимистичный вариант ОПП составляется без учета ограничений. Данные о пределе мощности РОМ используются в процессе преобразования оптимистичного графика в такой, по которому можно будет реально работать. Но преобразуя график, чтобы учесть ограничения, руководство должно полностью осознавать, оценивать и учитывать возможные негативные последствия для маркетинга.

Планирование использования ограничений в УББК — это процесс уравновешивания рыночного спроса и мощности РОМ. В традиционном ББК они уравновешиваются путем составления реального графика для РОМ и проверки его соответствия оговоренным срокам отгрузки (после окончания работы РОМ должно остаться достаточно времени для завершения производственного цикла). В УББК мы ведем мониторинг общей загрузки РОМ, следя, чтобы мощности ресурса хватало для соблюдения всех сроков. Концепция планируемой загрузки, которую мы обсудим позже, помогает позаботиться о том, чтобы каждый новый заказ был отгружен вовремя.

## **Один буфер**

В УББК используется *только один* буфер — буфер отгрузки. При производстве на заказ срок поставки должен равняться буферу отгрузки или чуть превышать его. Этим устанавливается нижний предел срока поставки. Если

сокращение производственного цикла востребовано рынком (представляет собой конкурентный фактор), срок поставки способен стать инструментом увеличения рыночной доли. Компания может назначать сроки выполнения заказа, равные текущему расчетному значению буфера отгрузки, предполагая, что заказ клиента немедленно преобразуется в производственный заказ.

Буфер отгрузки определяется в УББК как приблизительная оценка времени от отпуска сырья до поступления конечного продукта на склад отгрузки. Эта оценка включает время на переналадку, обработку, перемещение и ожидание, а также запас на нормальные (или даже чрезмерные) отклонения. Для разных продуктов размер буфера может различаться, что позволяет варьировать сроки выполнения заказов.

Канат в УББК — это перечень необходимых материалов, который создается одновременно с производственным заказом для ОПП. Он включает сроки «не ранее чем», определяемые путем вычитания времени буфера из назначенного времени отгрузки заказа. В рамках УББК прилагаются все усилия к тому, чтобы каждой комплексной поставке соответствовал только один производственный заказ, а не несколько отдельных заказов для каждого уровня ведомости материалов (как в MRP-системах).

## **УББК: иллюстрация**

На рис. 10.6 приводится схема, иллюстрирующая применение упрощенного метода «барабан–буфер–канат». Буфер отгрузки — единственный, и он охватывает все время производства с добавлением запаса на отклонения и неопределенность. Обратите внимание, что в буфере УББК только две зоны — так называемые «зеленая» и «красная», — т.е. нет аналога Зоны 2 буферов традиционного ББК. Учтите также, что рисунок не отражает в точности пропорции зон: на самом деле зеленая зона должна быть длиннее красной.

Материалы отпускаются за время, равное длительности буфера отгрузки, до оговоренного срока поставки. Соблюдение главного плана-графика производства обеспечивается путем мониторинга динамики загрузки РОМ. Нельзя, чтобы эта загрузка доходила до 100%, — на самом деле она не должна подниматься выше 90–95%. Важно отметить, что оценка загрузки здесь основана на относительно точных средних показателях времени переналадки и обработки, а не на нормативах, уже включающих время простоя.

## **Реализация упрощенного ББК**

Теперь пора посмотреть, как мы будем внедрять УББК. Основных отличий от традиционного метода ББК здесь два: во-первых, создается только один буфер, а не три, а во-вторых, не составляется график для РОМ. Это означает,

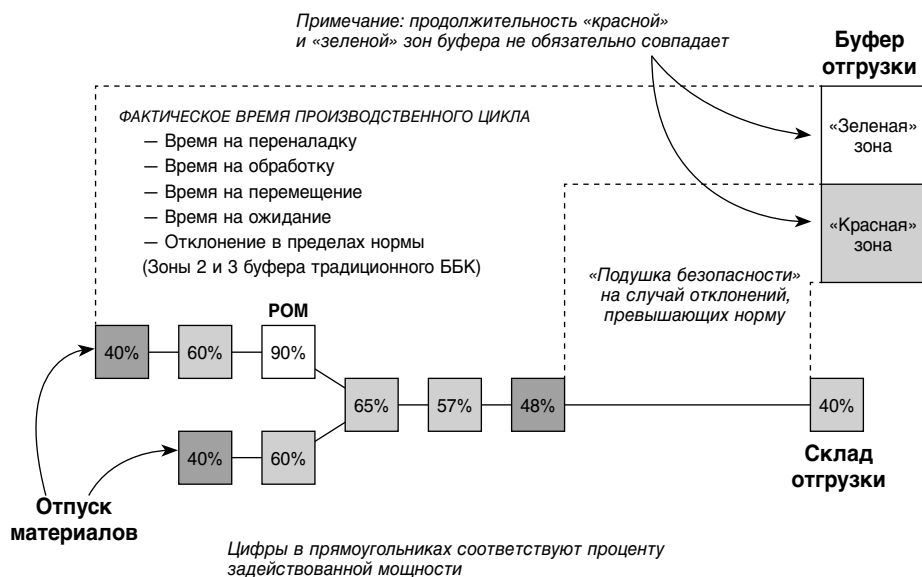


Рис. 10.6. УББК: иллюстрация

что фактическая последовательность работ определяется непосредственно в производственном цехе. Еще одна важная особенность УББК в том, что отпуск сырья всегда отсчитывается от назначенного времени отгрузки заказа. Поскольку в УББК по сравнению с ББК гораздо меньше внимания уделяется графикам, важно различать, что выполняется на стадии планирования, а что — в ходе реализации плана.

## Общее планирование и подготовка

### 1. Правила подчинения требованиям рынка.

- Откажитесь от оценки эффективности отдельных этапов. Необходимо избавиться от синдрома локальной эффективности, если вы хотите эффективно использовать рыночное ограничение. Соответствующий процесс состоит из трех этапов. Во-первых, следует взять на вооружение идею (подробно обоснованную ранее в этой книге) о том, что оценка локальной эффективности в действительности побуждает сотрудников к действиям, мешающим достижению общей цели компании. Во-вторых, нужно в официальной форме довести эту идею до сотрудников производственных подразделений и отдела информационных систем. Может потребоваться специальное обучение — как для руководства, так и для рабочих. В-третьих, ак-

цент должен быть смещен в сторону принятия решений на основе показателя генерируемого дохода — эта концепция будет подробно описана в главе 13.

- Сократите партии обработки. Производственный персонал должен будет смириться с увеличением числа переналадок. Однако необходимо проследить, чтобы из-за переналадок ресурсы не превратились в узкое место. Другими словами, сокращение партий обработки не должно привести к появлению нового внутреннего ограничения.
  - Перемещайте незавершенное производство между участками минимальными группами — скорее всего, гораздо меньшими, чем партии обработки. Это, может быть, и не означает перемещения продукции по одной штуке, но нельзя создавать и передаточные партии из сотен или тысяч единиц НЗП.
  - Отдавайте приоритет заказам с более ранним сроком сдачи. Помните, что нужно подчинить внутреннюю эффективность требованиям заказчиков, одно из которых, как мы полагаем, заключается в соблюдении оговоренных сроков поставки. Исключение из этого правила делается в случаях, когда ресурс может превратиться в узкое место из-за того, что переналадки отнимают слишком много времени.
2. *Тесный контакт между отделом сбыта/маркетинга и производством.* Хотя взаимодействие между этими подразделениями не является строго обязательным условием успешного применения УББК, оно необходимо, чтобы максимально использовать и рыночное ограничение, и внутреннее ограничение мощности. Контакт между сбытом/маркетингом и производством обеспечит следующие преимущества.
- Производство и сбыт придут к соглашению относительно оптимальной структуры ассортимента — той, которая генерирует максимальный доход. В результате сотрудники отдела сбыта будут знать, какой продукции уделить особое внимание.
  - Производство не выйдет за пределы имеющейся мощности, так как отдел сбыта всегда будет в курсе текущей загрузки ресурсов. Зная объем избыточных мощностей, можно использовать их наличие как конкурентное преимущество. Специалисты по сбыту понимают, что именно они в состоянии уверенно пообещать клиентам, а что, по-видимому, превосходит возможности производства.
  - При появлении активного РОМ менеджеры по продажам смогут уточнить (увеличив или сократив) заявляемые сроки выполнения заказов, чтобы гарантировать своевременные поставки. Они будут знать, когда вообще нельзя принять заказ на производство продукции по индивидуальным требованиям заказчика, а когда это возможно, но работа займет больше времени, чем в случае стандартной

продукции. Кроме того, при приближении РОМ к полной загрузке (а также при его перегрузке) они смогут выборочно сдерживать спрос на продукцию, отнимающую много времени РОМ. За счет этого производство сохранит способность к реагированию на наиболее приоритетные задачи сбыта.

3. *Нахождение РОМ.* Если производственная линия уже загружена на полную мощность, ищите активный РОМ, если нет, определите, какой ресурс первым выйдет на максимальную загрузку, если вырастет спрос. Обратите внимание: на то, какой из ресурсов превратится в РОМ, можно повлиять, и даже двумя способами. Первый состоит в избирательном управлении мощностями (приобретении оборудования для тех участков, которые не должны превратиться в РОМ), второй — в избирательном маркетинге (концентрации усилий на определенных продуктах для того, чтобы добиться нужной структуры спроса). Также важно помнить, что поиск РОМ должен выполняться регулярно. *При любых значительных изменениях спроса или производственной мощности существует высокая вероятность смещения ограничения системы.*
4. *Определение размера буфера отгрузки.* Это ключевое решение. Для продукции, движущейся по разным маршрутам, размер буферов может быть разным. Этот размер зависит от избыточной мощности системы (чем она ниже, тем больше должен быть буфер), а поскольку избыточная мощность со временем меняется, нужно регулярно проверять буфер отгрузки на предмет достаточности. Но мы не предлагаем часто менять продолжительность буфера — это следует делать только при серьезных изменениях мощности. Итак, как же определяется необходимый размер буфера отгрузки? Руководители производства обычно хорошо представляют себе, сколько времени требуется на выполнение того или иного заказа в данный момент. Полезное правило, принятое в этой области, — начать с буфера отгрузки, равного 75% текущей продолжительности производственного цикла. После перехода к УББК и избавления от проблем эти сроки, скорее всего, окажутся завышенными. Можно постепенно сокращать длительность буфера отгрузки до тех пор, пока не будет пересечена красная линия (не появятся дыры в красной зоне буфера). Пилоты используют похожее правило, когда сажают самолет: они не пикируют на взлетную полосу вертикально с десятикилометровой высоты, с тем чтобы выровнять самолет как раз вовремя для мягкой посадки, а снижаются плавно до самого аэродрома. Нам нужно точно так же плавно дойти до подходящего размера буфера, ни разу не ошибившись со сроками и не сорвав поставку.
5. *Определение красной линии.* Понятие красной линии, выделяющей в буфере зону, аналогичную Зоне 1 традиционного ББК, подробно рассматривается в следующей главе. Этот параметр также не нужно

менять слишком часто. Если Зона 1 в традиционном ББК составляет фиксированную долю буфера, то красная линия может проходить в любом месте, поэтому изменение буфера отгрузки не обязательно означает, что она сдвинется. Если размер буфера изменился на 50% или более, следует рассмотреть вопрос о перемещении красной линии.

Когда эти пять шагов пройдены, этап общего планирования и подготовки завершен и можно приступать к собственно реализации.

## Оперативное планирование и управление

Практическое применение УББК может начинаться в начальных условиях двух типов: либо текущая мощность выше, чем рыночный спрос (доминирует рыночное ограничение), либо наоборот (доминирует POM). От того, какое ограничение доминирует, будет зависеть последовательность действий. Полная схема процесса внедрения УББК показана на рис. 10.7.

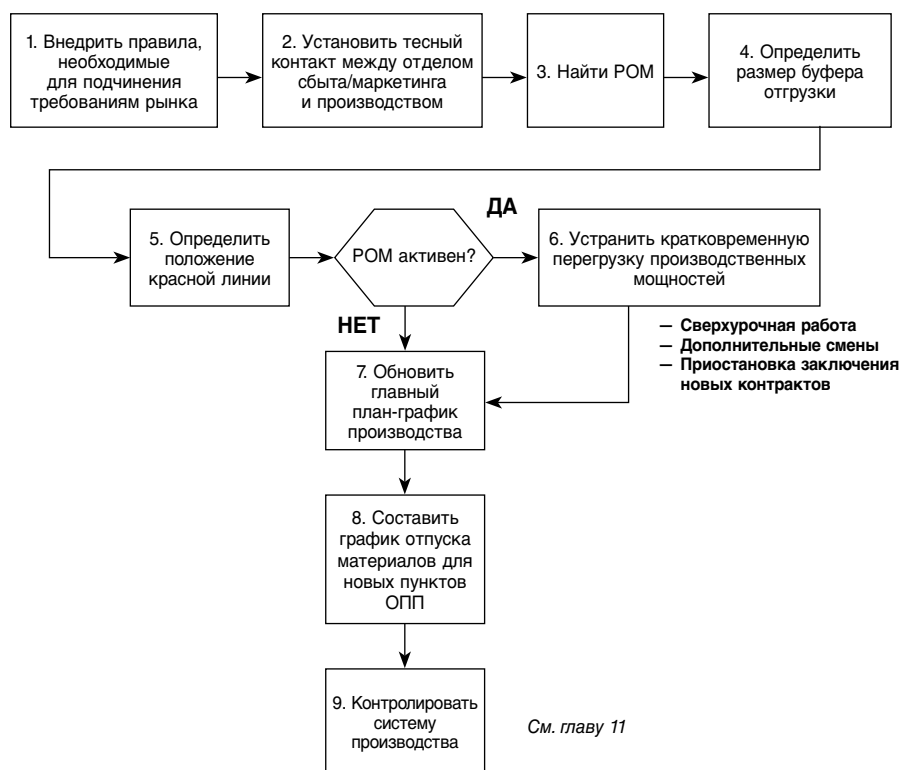


Рис. 10.7. Процесс внедрения УББК

Большинство компаний, вероятно, будут начинать в условиях рыночного ограничения (мощность выше спроса). Крайне не рекомендуется приступать к реализации УББК в периоды пикового спроса, превышающего мощность, — лучше подождать, пока спрос спадет и опустится чуть ниже мощности. Если до этого момента, скорее всего, придется ждать еще долго, нужно будет подстроиться под ситуацию, предприняв шаги, которые мы опишем ниже.

Если компания еще не использует ББК для управления производственным процессом, то у нее заведомо есть скрытые мощности, о существовании которых никто не подозревает. Эти скрытые мощности высвобождаются при внедрении производственных правил, необходимых для подчинения рыночным требованиям (шаг 1 в описанной выше процедуре общего планирования и подготовки). Если компания уже располагает выявленными избыточными мощностями, правила подчинения рынку помогут их увеличить, если имеющиеся мощности перегружены, перегрузка уменьшится — возможно, удастся даже полностью избавиться от нее и высвободить избыточные мощности. В любом случае у руководства будет гораздо более четкое и правильное представление о фактическом состоянии производственных мощностей.

После того как внедрены новые производственные правила, установлен тесный контакт между отделом сбыта/маркетинга и производством, определены размер буфера отгрузки и положение красной линии, выполните следующие шаги.

*Устраните кратковременную перегрузку производственных мощностей.* Этот шаг необходим только в двух случаях: во-первых, когда РОМ перегружен и, вероятно, еще долго останется перегруженным, а во-вторых, когда производственная система крайне нестабильна, так что нет возможности дожидаться естественного спада перегрузки. Если ситуация именно такова, введите сверхурочную работу или дополнительные смены в нужном объеме, чтобы наверстать отставание, снизить нагрузку на РОМ или каким-то еще образом ослабить давление на производственные мощности. В экстремальной ситуации придется дать особые указания сбыту/маркетингу, чтобы они временно сбавили усилия по стимулированию спроса. Если РОМ не перегружен и компания в состоянии подождать, пока перегрузка уменьшится, переходите к шагу 2.

*Обновите основной план производства.* Обновляйте его ежедневно, удаляя уже выполненные заказы и добавляя вновь поступившие. Если какой-то заказ, уже включенный в ОПП, был отменен, удалите его из графика и, если возможно, переназначьте соответствующие материалы (или полуфабрикаты) на другой заказ. В УББК новые заказы не влияют на поступившие ранее — сроки отпуска материалов и отгрузки продукции остаются прежними. Если нужно, поменяйте порядок заказов в ОПП согласно срокам отгрузки.

*Составьте график отпуска материалов для новых пунктов в плане производства.* Для каждого заказа выполните детальный расчет потребности в материалах. Проверьте, может быть, в цехе уже есть нужные материалы, не относящиеся ни к какому заказу и если да, припишите их к данному заказу.



Назначьте отпуск остальных материалов на время, равное разности между датой отгрузки и буфером отгрузки. Если заявленный срок исполнения заказа равен времени буфера (т. е. продолжительность производственного цикла в полной мере используется как конкурентное преимущество), распорядитесь, чтобы материалы были отпущены немедленно.

*Контролируйте производственную систему.* Все, что остается делать, — это вести мониторинг производственной деятельности и, если нужно, вмешиваться в нее, чтобы сохранить контроль и обеспечить соблюдение сроков поставки. Подробные указания по мониторингу и контролю, необходимым для успешного осуществления планов, даются в главе 11.

## Контроль в УББК

Процедуры контроля УББК служат для того, чтобы вовремя распознать ситуации трех видов:

- Есть риск сорвать сроки поставки.
- Загрузка РОМ приближается к пределам стабильности главного плана-графика производства (т. е. стабильности системы). При приближении загрузки РОМ к 100% график, скорее всего, будет нарушен, так как придется часто (чаще, чем раз или два раза в неделю) выполнять заказы в срочном порядке, и система окажется на грани потери стабильности.
- Нагрузка на не-ограничения становится слишком высокой. Это означает риск превращения какого-то из не-ограничений в активное ограничение.

Рассмотрим этап контроля более подробно. Как отмечалось в главе 8, назначение буферов в том, чтобы сгладить неровности процесса производства, связанные с внутренними отклонениями (закон Мерфи), путем внесения в исходный производственный график соответствующей поправки. Но мы знаем, что иногда закон Мерфи может привести к нарушениям, для компенсации которых стандартных буферов не хватит.

Известно также, что внешняя неопределенность создает еще более серьезную угрозу для нашего графика отгрузки. Представьте себе, например, что произойдет, если поступит крупный срочный заказ, а производство и так уже загружено почти на полную мощность. Смысл в том, что бывают случаи — и, пожалуй, чаще, чем мы готовы признать, — когда к моменту появления дыры в Зоне 1 ничего уже нельзя предпринять, чтобы отреагировать на наступивший всплеск спроса.

Поэтому в дополнение к запланированному буферу нам нужен механизм, который заранее предупреждал бы нас о неминуемой перегрузке — до того, как станет уже слишком поздно, так, чтобы мы успели ее предотвратить.

К счастью, УББК обладает соответствующим механизмом контроля и средствами распознавания возникающих проблем. Подобно сейсмометру геолога на склоне действующего вулкана, контрольные показатели производства заранее предупреждают нас о надвигающемся «извержении». Посмотрим, как это происходит.

## Проблемные ситуации в УББК

Вот два основных допущения УББК, отсутствующие в традиционном ББК:

1. *Рынок всегда является ограничением.* Или, в другой интерпретации, рынки диктуют определенные требования, которым компании должны удовлетворять, чтобы не лишиться рынка (спроса на свою продукцию).
2. *Внутренний ресурс с ограниченной мощностью (РОМ) обычно не реагирует на небольшие изменения в последовательности производственных операций.* Другими словами, такие изменения обычно не оказывают существенного влияния на производительность системы в целом.

Первое допущение, о котором уже говорилось ранее в этой главе, означает, что даже при наличии огромного потенциального рынка необходимо контролировать объем взятых обязательств, следя, чтобы он не доходил до максимальной мощности ограничения. Иначе вы рискуете разочаровать своих заказчиков настолько, что они уйдут от вас<sup>1</sup>.

Предположим, что у нашей компании есть 168 часов работы оборудования в неделю (оно загружено 24 часа в сутки и 7 дней в неделю). Если мы распределим все 168 часов между фактическими (подтвержденными) заказами и потеряем 2 часа в первый день — например, из-за брака или поломки, — все оставшиеся заказы будут просрочены на 2 часа. Обычного буфера отгрузки должно быть достаточно, чтобы справиться с этой задержкой, — хотя, возможно, будет неприятно урезать буфер всех последующих заказов на 2 часа. Но если закон Мерфи вмешается снова в третий день недели и отнимет еще 4 часа работы ресурса, то все оставшиеся заказы этой недели будут отставать уже на 6 часов, что может привести к огромной нагрузке на этапы производственного цикла, следующие за РОМ.

Конечно же, если нам повезет, а 168 часов работы — это средний показатель, а не максимальный, в какой-то день мы, может быть, сумеем выполнить норму 28 часов работы за 24 часа фактического времени. Остается лишь надеяться, что к тому времени, как мы сможем вернуться в нормальное состояние благодаря положительным отклонениям, у нас не накопится слишком

---

<sup>1</sup> Например, если коммерческая авиакомпания загружает свой РОМ (места) настолько, что качество обслуживания клиентов ухудшается, пассажиры начинают искать другую авиакомпанию.

много отрицательных отклонений. Но, как говорил Бенджамин Франклин, кто живет надеждой, рискует умереть с голоду.

В УББК буфер для ограничения создается за счет резервирования некоторого количества защитной (избыточной) мощности, а не за счет заблаговременной доставки материалов к РОМ (как в традиционном ББК). Это дает определенную гибкость, позволяющую реагировать на неожиданные нарушения в процессе производства.

Один из случаев, в которых первое допущение не действует, — это когда компания является практически монополистом. Возьмем компанию Intel, например. Рынок простит ей, если она задержит выпуск нового микропроцессора или будет долго реагировать на запросы. Intel может позволить себе такую роскошь, как подлинное использование внутренних ограничений и подчинение запросов рынка, потому что ни один из конкурентов компании не в состоянии реально претендовать на ее рыночную долю.

Рассмотрим теперь второе допущение. Если мы оставим какой-то запас мощности РОМ, то в большинстве случаев небольшие изменения в последовательности выполнения работ не будут играть роли. Мы сможем вставлять в график срочные заказы, поступившие с запозданием и требующие быстрого выполнения, и при этом не нарушать движение производственных потоков в системе. Однако в некоторых ситуациях последовательность операций, выполняемых ограничением, нуждается в очень тщательном планировании, а график для нее должен постоянно пересматриваться.

## **Традиционный ББК и УББК: что и когда использовать?**

В главе 8 мы рассмотрели механизм функционирования традиционного ББК, в этой главе узнали об упрощенном ББК и его отличиях от исходной версии. Теперь давайте поговорим о том, в каких ситуациях следует применять каждый из двух методов.

Метод УББК подходит почти для всех случаев, в которых применим и традиционный ББК, а также для многих ситуаций, где ББК использоваться не может. Но в определенных обстоятельствах традиционный ББК предпочтительнее. Ранее в этой главе мы упоминали две характеристики, общие большинству производственных предприятий:

1. Рыночный спрос всегда является ограничением системы.
2. У внутренних ограничений часто случаются периоды, в которые они временно не активны как ограничения.

Преимущества УББК особенно хорошо проявляются в присутствии этих характеристик, а первую из них, возможно, следует считать необходимым условием использования данного метода. Если постоянное рыночное ограничение отсутствует, внутреннее ограничение остается единственным, а значит,

мы должны будем подчинить ему рыночный спрос и требования рынка, как того требуют пять направляющих шагов.

Вторая характеристика, которую мы тоже считаем присущей большинству предприятий, не столь обязательна для успешного применения УББК, но если она присутствует, стоит воспользоваться именно этим методом. Фокус внимания и процедуры УББК не меняются, когда РОМ переходит из активного состояния в неактивное, и наоборот, — в отличие от традиционного ББК, где требуется менять объект использования и подчинения при всяком перемещении ограничения. В отсутствие активного РОМ традиционный ББК отдает предпочтение стратегии с сохранением только одного буфера — буфера отгрузки. В УББК эта стратегия единственная.

Однако даже там, где присутствуют обе характеристики, могут сложиться условия, в которых традиционный ББК будет обладать неоспоримыми преимуществами по сравнению с УББК и позволит добиться гораздо лучших результатов. Вскоре мы обсудим такие ситуации.

Наиболее ощутимая разница между двумя версиями заключается в том, что УББК не требует разработки подробного графика загрузки РОМ, даже когда РОМ активен. Оценивается только валовая (планируемая) загрузка, чтобы убедиться, что все текущие клиентские заказы могут быть выполнены в срок. Для соблюдения сроков нам достаточно поддерживать на РОМ определенную защитную мощность, и контроль планируемой загрузки обеспечивает это без подробного графика. Поскольку мы считаем правильным оставлять некоторый запас мощности и знаем, что изменчивость и неопределенность вмешиваются в производство без предупреждения (часто уже после того, как был составлен график), не будет ли разумным принимать решения относительно точной последовательности операций в оперативном порядке?

Рассмотрим простой пример. Пусть у нас есть два заказа — на продукт А и на продукт В, — которые нужно отгрузить в один и тот же день. Для каждого потребуется 8 полных часов работы РОМ. Если мы составляем график для РОМ, то решаем, например, что РОМ будет работать с продуктом А в четверг с 8.00 до 16.00, а с продуктом В — в пятницу с 8.00. В данном случае решение о том, что заказ на продукт А будет пропущен первым, принято произвольно.

Предположим, сейчас утро вторника. Компоненты для продукта В уже ждут своей очереди у РОМ, а для продукта А задерживаются. Конечно, если у нас хорошо поставлено управление буферами, то руководитель производства заметит эту проблему и ускорит выполнение заказа на продукт А, так что РОМ сможет начать его обработку в четверг утром согласно графику. Допустим, что ускорение заказа за счет добавления сверхурочной работы оказалось успешным. Но было ли оно нужно на самом деле?

В УББК последовательность операций для РОМ не определяется заранее, потому что нет никакого графика загрузки РОМ. Поэтому если продукт В дойдет до РОМ первым, а продукт А несколько задержится, ускорять ничего не придется. Оператор РОМ (как и оператор любого другого ресурса) получает

указание пропускать в первую очередь заказы с более ранним сроком сдачи. Поскольку заказ на продукт А еще не дошел до РОМ, приоритет будет отдан заказу на продукт В. Когда компоненты для продукта А, наконец, дойдут до РОМ (без ускорения), они окажутся следующими в очереди на обработку — возможно, их обработают в четверг или пятницу. Скорее всего, оба заказа все равно будут выполнены в срок. Гибкость, которую оператор РОМ получает благодаря отсутствию жесткого графика (замене этого графика несколькими простыми правилами принятия решений), позволяет выровнять производственный поток и избежать ненужных рывков. Возможно, нам все-таки придется ускорять выполнение заказа, но УББК не заставит нас делать это без необходимости.

Из приведенного примера видно, что мониторинг загрузки РОМ помогает избежать простоев ресурса, но не контролирует последовательность операций. Ускорение выполняется только тогда, когда какой-то из заказов заходит за красную линию, — неважно, до или после РОМ.

Когда же нам нужен подробный и защищенный от действия закона Мерфи график для РОМ? Есть несколько таких случаев, и для них лучше подходит традиционный ББК.

Прежде всего, загрузку РОМ необходимо тщательно планировать, если выполнение заказов в произвольном порядке может привести к существенным потерям рабочего времени. Один из факторов, способных вызвать такую ситуацию, — взаимосвязанные переналадки. Время наладки оборудования зависит не только от следующей, но и от предыдущей операции. Возьмем, например, покраску. Наладка (очистка) распылителя займет гораздо меньше времени, если менять светлый оттенок на темный, а не наоборот. Когда белый цвет следует за темно-зеленым, распылитель нужно чистить гораздо тщательнее, чем в противоположной ситуации.

Традиционный ББК также предпочтительнее, если РОМ представляет собой группу из нескольких ресурсов, различающихся по функциям и времени обработки. В таких ситуациях «последовательность по возможности» может привести к менее удачному распределению ресурсов и производственный цикл значительно удлинится по сравнению с оптимальной последовательностью операций.

В ситуации, когда РОМ участвует в нескольких операциях по обработке одного и того же заказа, тоже лучше подойдет традиционный ББК. Здесь различаются два варианта.

Первый вариант: заказ по графику должен проходить через РОМ более одного раза. Другими словами, компоненты выходят с РОМ, а затем снова возвращаются к нему — обычно после нескольких других шагов обработки. Для примера возьмем чулочную фабрику. На этапе предварительной термообработки вязаный чулок натягивается на металлическую форму и нагревается, чтобы придать ему форму ноги. После этого чулок окрашивается, а затем возвращается на тот же участок для окончательной термообработки, которая закрепляет требуемую форму. Здесь заранее спланированная последователь-

ность операций может быть гораздо полезнее произвольной, но чтобы ее спланировать, нужно хорошее программное обеспечение.

Второй вариант: РОМ используется для обработки целого ряда деталей, входящих в одно изделие и предназначенных для одного и того же заказа. Хотя фактическая последовательность операций здесь, по-видимому, не очень важна, материалы выгоднее отпускать в производство согласно графику загрузки РОМ. В этом случае УББК тоже можно использовать, но традиционный ББК походит лучше.

УББК дополняет идеи, изначально присущие традиционному ББК. Этот метод во многих случаях проще в реализации и может поддерживаться широко распространенными MRP-системами при внесении минимальных изменений в их настройку. Например, достаточно обнулить время опережения везде, за исключением буфера отгрузки и границы красной зоны в исходной точке маршрутизации продукта, как это объяснено в главе 9.

В следующей главе мы увидим, каким образом в УББК происходит упрощенное управление буфером.

## Глава 11

# КОНТРОЛЬ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ: ПОДХОД УБК

### Буферы: краткий обзор

**К**ак вы помните, в условиях производства на заказ в ТОС/ББК для защиты производственного процесса от изменчивости и неопределенности применяются буферы времени — а не физических запасов. А поскольку и изменчивость, и неопределенность способны выходить за пределы защитной зоны буфера, одних только буферов недостаточно для того, чтобы гарантировать успех. Нам нужно уметь вовремя предугадать потенциальное исчерпание буфера и принять корректирующие меры, прежде чем система потеряет стабильность.

Мы уже видели, каким образом время — приблизительная оценка продолжительности производственного цикла — используется в качестве буфера, защищающего систему от изменчивости (действия Мерфи). Хорошо известны и другие виды буферов. Традиционно для той же цели, что и время в ТОС, используются запасы — с их помощью предотвращается остановка производства. Запасы сырья защищают предприятие от дефицита материалов, запасы НЗП — рабочие участки от простоев, а запасы готовой продукции — требуемые сроки отгрузки от нехватки продукции. И, конечно, разнообразие типов буферов этим далеко не исчерпывается.

Избыточная мощность и дублирование функций, точно так же как и запасы, создают защиту от изменчивости и неопределенности. Специалисты широкого профиля обеспечивают эффективное подчинение даже при относительно высокой загрузке, поскольку благодаря им появляется больше способов ускорить выполнение заказа, — например, можно переместить оператора с простаивающего станка на участок, где сейчас много работы. Деньги тоже часто помогают справиться с неожиданными трудностями. Если для каждого вида сырья у нас будет несколько поставщиков, мы защитим

себя от проблем, которые могут возникнуть в ситуации с единственным поставщиком. Обеспечив свое присутствие на нескольких разных рынках, мы защитимся от резких изменений рыночного спроса. В конце концов, нас может застраховать компания Lloyds of London — финансовый буфер в чистом виде. Все это — разные способы защиты от неожиданностей.

В рамках данной книги обсуждение способов контроля будет ограничено буферами времени и избыточной мощностью, которые облегчают оперативное реагирование на изменения.

## Определение контроля

Во избежание разночтений дадим определение термину «контроль». Традиционно контроль определялся как сравнение фактических и желаемых результатов, а также принятие решения относительно пересмотра задач или методов работы<sup>1</sup>. Однако это определение не помогает нам ни сконцентрировать внимание на действительно важных вещах, ни распознать по-настоящему сложные ситуации, поскольку реальность практически всегда в той или иной степени отличается от плана.

Для наших целей в рамках этой книги определим контроль несколько иначе — как *механизм реагирования, предназначенный для борьбы с неопределенностью путем отслеживания информации, свидетельствующей об угрозе, и принятия адекватных корректирующих мер до того, как угроза осуществится.*

В приведенном определении делается упор на конкретные опасности, грозящие осуществлению наших планов. Мы анализируем их, чтобы заранее определить: (а) какая легкодоступная информация заблаговременно укажет нам на появление опасности и (б) какие меры следует принять для нейтрализации надвигающейся угрозы.

## Задачи контроля красной линии (управления буфером)

Несколько упрощенную версию управления буфером, применяемую в УББК, мы будем называть контролем красной линии. Соответственно, словосочетания «время красной линии», «контроль красной линии» и т. п. относятся к состоянию буфера. Контроль красной линии, как и управление буферами в традиционном ББК, имеет три задачи.

Первая задача — защищать сроки поставок. Контроль красной линии предназначен для того, чтобы выявлять опасность запаздывания отгрузки, пока еще есть возможность успеть вовремя. Это осуществляется путем отслеживания случаев, когда буфер почти исчерпан, и своевременного предупре-

---

<sup>1</sup> Fogarty, Blackstone, Hoffmann, 1991, p. 14.



ждения о них, благодаря чему можно вмешаться в работу системы, не нанеся серьезного ущерба ее стабильности.

Вторая задача — предупреждать нас о том, что система рискует утратить стабильность. Потеря стабильности обычно связана с появлением нового ограничения мощности (РОМ). Если мы замечаем, что два или три заказа одновременно попали в красную зону (т. е. их нужно сдать, пока не закончилась красная зона, а они еще не готовы), — это сигнал, что механизм защиты теряет способность предохранять систему от основного риска (т. е. от несоблюдения сроков поставки).

Третья задача — определить источник проблемы, т. е. то звено производственной цепи, которое вызвало большинство сложностей. Найдя этап, на котором, как правило, задерживаются заказы, попадающие в красную зону, мы узнаем, какой ресурс превращается в ограничение.

## **Как действует контроль красной линии**

Вот как действует механизм контроля красной линии. Определяется время красной линии, предшествующее дате отгрузки, — эквивалент Зоны 1 буфера отгрузки в традиционном ББК, но с одним важным отличием. Зона 1 в буфере ББК составляет определенную его часть (порядка трети), а время красной линии в УББК — это фиксированный период, который значительно короче целого буфера, но не обязательно равняется стольким-то процентам от него. Если длительность буфера отгрузки меняется, красная линия автоматически не сдвигается, она может остаться прежней.

Время красной линии определяется путем расчета периода, требуемого для ускоренного выполнения заказа среднего размера. Если задать это время недостаточным, отгрузка будет задерживаться, несмотря даже на принятие корректирующих мер в ответ на сигнал о пересечении красной линии. В таких случаях нужно отодвинуть красную линию на более ранний срок. Слишком большое число предупреждений о пересечении красной линии может означать либо завышенное время красной линии, либо то, что буфер отгрузки слишком мал для существующего уровня требований к системе, поэтому система теряет стабильность.

Как определить, что время красной линии завышено? Если в красную зону регулярно попадает много заказов, но система при этом выглядит стабильной (т. е. мы полностью уверены, что заказы будут выполнены в срок и нет необходимости ускорения), то, скорее всего, задано слишком большое время красной линии.

Если же дело обстоит иначе и чтобы заказы, пересекающие красную линию, были вовремя отгружены, приходится прикладывать особые усилия, то стабильность производственной системы в опасности. Следует немедленно увеличить буфер отгрузки, но этого может оказаться недостаточно. Если перегружен текущий РОМ или появляется новый, увеличение буфера будет лишь

временным решением. Чтобы решить проблему в долгосрочной перспективе, понадобится, видимо, вводить дополнительные мощности или сдерживать покупательский спрос.

Когда нам попадается заказ, который дошел до красной зоны и еще не готов к отгрузке, мы присваиваем ему статус «почти просрочен» и высокий приоритет. Затем мы находим этот заказ в цехе и принимаем необходимые меры, чтобы ускорить его прохождение и предотвратить задержку поставки. В некоторых случаях нам, возможно, и не придется ничего делать — например, если последние единицы продукции уже проходят завершающие стадии обработки. Но если это не так и оставшуюся часть заказа не удастся завершить к назначенному времени отгрузки, нам, возможно, потребуется бросить людей на решение проблемы (например, назначить сверхурочную работу или дополнительные смены).

Слишком частое пересечение красной линии, как и попадание в Зону 1 в традиционном ББК, указывает на нестабильность системы, связанную, по-видимому, с появлением нового ограничения или узкого места.

## **Контроль красной линии для снабжения**

Есть еще одна красная линия, о которой нам тоже нужно помнить. Она связана с истощением запасов сырья и материалов, от которого буфер отгрузки нас практически никогда не защищает. Наличие сырья обычно воспринимается как должное, а дефицит недопустим, поскольку отпуск сырья производится на начальной стадии производственного процесса и решающим образом влияет на эффективность плана использования для РОМ.

Однако механизм буфера времени не очень хорошо подходит для работы с запасами сырья. Конечно, объем запасов можно перевести в среднее время расхода, но это будет очень приблизительный расчет, а со временем его точность упадет еще сильнее. Хотя нам и полезно знать, что при среднем расходе нам хватит запасов сырья на две недели, в действительности из-за колебаний спроса мы, может быть, растянем эти запасы на целые три недели, а может быть, израсходуем за три дня. Следовательно, когда речь идет о сырье, проще считать количество, а не время.

Исходный уровень запасов определяется путем расчета периода, на который их должно хватить. В дальнейшем все, что нам потребуется — это механизм, который бы сигнализировал об угрозе истощения запасов по мере поступления новых клиентских заказов.

Поэтому в УББК мы устанавливаем для запасов сырья красную линию — аварийный уровень: опустившись ниже этой отметки, мы серьезно рискуем исчерпать запасы сырья до того, как они будут пополнены. Чтобы определить, где проходит красная линия, нужно оценить средний темп потребления сырья (в день или в неделю) и умножить его на число дней (или недель), за которые наш самый быстрый поставщик реально может доставить нам сырье в коли-

честве, значительно превышающем его расход за время ожидания доставки. Пересечение красной линии указывает на необходимость сделать срочный заказ на пополнение запасов самому быстрому и надежному поставщику.

Рассмотрим пример. Пусть сырье W1 используется в производстве нескольких видов нашей продукции и расходуется со средней скоростью 100 единиц в неделю. Однако иногда у нас уходит за неделю и 150 единиц W1. Наш единственный поставщик W1 по стандартному договору доставляет сырье через четыре недели после размещения заказа, но может обеспечить и срочную доставку — всего за неделю и по значительно более высокой цене.

Мы знаем, что наш поставщик, точно так же как и мы, подвержен действию закона Мерфи, поэтому заказ на срочную доставку может быть выполнен не за неделю, а за полторы. Лучше подготовиться к худшему из возможных вариантов развития событий: расход 150 единиц продукции в неделю в течение полутора недель. Это означает, что в любой момент времени у нас должно быть в запасе не менее 225 единиц W1. Если фактический объем запасов опустился ниже, стоит обдумать вопрос о заказе срочной доставки.

Некоторые опытные читатели могут высказать сомнения по поводу того, что закон Мерфи может проявить себя сразу в обоих местах — так, чтобы одновременно и рыночный спрос вырос до максимального уровня, и поставщик потратил на доставку больше времени, чем обычно.

## **Контроль красной линии: ограничения**

Контроль красной линии в производстве, безусловно, эффективен, но его ни в коем случае нельзя считать идеальным методом. Ему свойственны два ограничения, о которых стоит упомянуть. Во-первых, в некоторых случаях сигнал о приближающейся потере стабильности системы поступает слишком поздно. Хотя с помощью контроля красной линии удастся предотвратить многие потенциальные проблемы, резкий скачок (пик) спроса может произойти так быстро, что этот механизм не успеет среагировать. Во-вторых, контроль красной линии не особенно полезен на противоположном конце спектра — он не сигнализирует ни о слишком низком рыночном спросе, ни о чрезмерных запасах.

## **Планируемая загрузка: важный источник контрольной информации**

Итак, красная линия, конечно же, очень полезна, но, как и традиционные буферы, не всегда срабатывает вовремя. К счастью, у нас есть еще несколько источников информации, которые сигнализируют о возможной перегрузке раньше, чем механизм красной линии, и задолго до него. Одна из переменных, за которыми стоит внимательно следить, — это планируемая загрузка.

Планируемая загрузка определяется как *общее количество часов, необходимых ресурсу для выполнения всей официально возложенной на него работы*. Прежде всего, нам нужно сконцентрировать свое внимание на РОМ, а также на тех ресурсах, которые могут превратиться в РОМ. Горизонт планирования загрузки тянется от настоящего момента до назначенной даты поставки и включает все работы — как уже выполняемые, так и ожидающие своей очереди.

Содержательно данный показатель соответствует минимальному времени обработки нового заказа в обычном (не ускоренном) режиме без изменения порядка выполнения уже имеющихся заказов. Когда это время приближается к сроку поставки (QLT) (буферу отгрузки), любой дополнительный заказ может быть просрочен.

Рисунок 11.1 иллюстрирует понятие планируемой загрузки и то, каким образом с ее помощью можно предсказать приближающуюся перегрузку. Он снят с экрана программы MICSS<sup>1</sup> — тренажера, моделирующего работу условных предприятий, — но соответствующую реальную информацию можно получить от любой MRP-системы.



**Рис. 11.1. Отображение планируемой загрузки в программе MICSS**

Пусть станок D (MD) — ресурс ограниченной мощности. Темная полоса диаграммы (на экране MICSS она красного цвета) означает, что в текущем графике загрузки запланировано 75 часов работы. Иначе говоря, при условии, что станок будет исправно работать и своевременно получать материалы, ему потребуются лишь 75 часов (чуть больше девяти восьмичасовых рабочих дней) на выполнение всех работ, которые в настоящее время присутствуют в его графике.

<sup>1</sup> Management Interactive Case Study Simulation Software (MBE Simulations, Ltd., с разрешения правообладателя).

Предположим, что срок поставки у нас для всех заказов один и тот же и составляет 120 часов (15 рабочих дней). Буфер отгрузки не может превышать срока поставки — иначе нам не удастся своевременно отгрузить продукцию. Самое короткое время исполнения заказа, которое мы реально в состоянии пообещать, равняется буферу отгрузки, рассчитанному с достаточным запасом. И поскольку буфер отгрузки — 120 часов, мы делаем вывод, что все заказы, находящиеся в работе, могут быть выполнены примерно за шесть дней до срока сдачи. Следовательно, производственная система в настоящее время загружена не очень сильно и новые заказы тоже будут укладываться в срок.

Однако если загрузить систему новыми заказами, длина темной полосы (планируемая загрузка) увеличится. Помните, это производственные заказы — пункты ОПП, — т. е. им могут соответствовать как подтвержденные клиентские заказы с жестко определенными сроками отгрузки, так и внутренние заказы на пополнение склада готовой продукции. Когда длина темной полосы начинает приближаться к сроку поставки (120 часов), мы понимаем, что существует риск перегрузки. Еще один заказ — и мы выйдем за пределы 120 часов, т. е. запланируем на них более 120 часов работы.

Эта диаграмма может дать нам и другую полезную информацию. Обратите внимание: под каждой темной полосой находится еще одна — более светлая (на экране MICSS она зеленого цвета), — показывающая, какой объем работы, связанной с подтвержденными заказами, уже может быть выполнен на данном ресурсе. Общий объем работ по подтвержденным заказам для MD составляет 75 часов, но размер очереди к станку — всего 11 часов, поскольку остальные заказы до него пока не дошли. Для станка В (MB) общий объем работы по подтвержденным заказам близок к 49 часам. Из этих часов уже 40 обеспечены заготовками, и соответствующие заказы находятся в очереди к станку, а заказы, которые еще не дошли до MB, в общей сложности требуют лишь около 9 часов работы. Все подтвержденные заказы для оборудования GT (на 30 часов работы) уже дошли до него. Какие выводы можно отсюда сделать?

Если темная полоса и светлая полоса все время одной длины, это означает, что заказы быстро проходят этапы, предшествующие обработке на данном участке. Если темная полоса длинная, а светлая совсем короткая, то какой-то из более ранних этапов производственного процесса, вероятно, представляет собой узкое место (хотя и не обязательно — запаздывание заказов свидетельствует о проблеме только тогда, когда время, соответствующее темной полосе, приближается к сроку поставки, а рассматриваемый этап находится далеко от конца процесса). В таком случае ищите ближе к началу процесса ресурс ограниченной мощности — тот, который задерживает рабочий поток и вызывает простои на последующих этапах.

Таким образом, если мы понимаем соотношение между планируемой загрузкой и буфером отгрузки (сроком поставки), то можем помочь менеджерам по сбыту назначать более точные сроки выполнения заказов. А если мы понимаем соотношение между планируемой и фактической загрузкой, то лучше представляем себе внутренние взаимосвязи в системе.

## **Ограничения показателя планируемой загрузки в качестве источника контрольной информации**

Показатель планируемой загрузки, как и контроль красной линии, тоже не во всех случаях дает нам необходимую информацию. Так, если производственные циклы для разных заказов, запущенных в производство, сильно отличаются по продолжительности, то трудно определить, в какой момент загрузка вырастет настолько, что появится риск несвоевременной сдачи будущего заказа. Известно, что при загрузке 80% стоит наблюдать за системой более внимательно, и определенно нельзя допускать, чтобы загрузка превышала 90%. Например, в случае со станком D (см. рис. 11.1), поскольку срок поставки составляет 120 часов, нужно начинать следить за увеличением загрузки после того, как ее уровень достигнет 96 часов.

Однако если для одних видов продукции срок поставки составляет 120 часов, для других — 200 часов, а буфер отгрузки устанавливается для каждого заказа равным сроку поставки, не всегда легко понять, в какой момент загрузка станет чрезмерной и создаст угрозу для своевременности поставок. Как правило, в такой ситуации можно ориентироваться на планируемую загрузку 120 часов, при условии, что во всей системе будет отдаваться приоритет заказам с более ранним сроком сдачи. (Новый заказ, который нужно отгрузить через 120 часов, очевидно, должен быть готов раньше, чем уже поступивший заказ, срок отгрузки которого наступит через 180 часов.) Но мы не можем быть уверены, что 120-часовая загрузка всегда безопасна. Чтобы не допустить опасного превышения мощности РОМ, нужно сочетание планируемой загрузки и контроля красной линии.

Еще один фактор, который может влиять на ценность планируемой загрузки как средства контроля, — это достоверность данных. Если данные о производственных маршрутах не вполне точны, порог загрузки может быть определен неверно. Планируемая загрузка рассчитывается на основе значений времени обработки (и времени наладки), которые программа планирования извлекает из базы данных. Если в этой базе есть ошибки, то показатель планируемой загрузки тоже будет ошибочным. Обратите внимание, что в большинстве компаний в базу заносится стандартное время обработки и наладки, т. е. намеренно завышенные показатели. Кроме того, с изменением обстоятельств (которые в наше время меняются быстро) данные в базе постепенно теряют актуальность.

Но в ряде случаев планируемой загрузкой можно с успехом пользоваться даже при том, что ее значение определено не вполне правильно. Применяемый параллельно контроль красной линии компенсирует ошибку. Планируемая загрузка рассчитывается исходя из стандартных значений времени, указанных в производственной базе данных, а контроль красной линии опирается совсем на другие данные, поэтому в сочетании два этих метода представляют собой очень мощный механизм контроля.

## Предварительная оценка производственных мощностей как механизм контроля

Еще один потенциально полезный контрольный показатель — это предварительная оценка мощностей, которую рассчитывают очень многие MRP-системы. Она представляет собой общий прогноз среднего уровня загрузки ресурса в течение определенного периода времени в будущем. В большинстве MRP-систем такая предварительная оценка рассчитывается по месяцам. На рис. 11.2 приводится в качестве примера расчет, выполненный в программе MICSS, которая позволяет работать и с более короткими периодами времени.

Если предварительная оценка производственных мощностей для заданного периода времени близка к 100% или еще выше, предприятие явно рискует сорвать в течение этого периода какие-то из сроков отгрузки. Но полностью полагаться на данный показатель не стоит, особенно в случае значений, превышающих 100%. Он, как и планируемая загрузка, определяется на основе стандартного времени из файлов маршрутизации MRP-системы, так что тревога вполне может оказаться ложной.

**Оценка производственных мощностей**

Гориз.: 6 ☐ дн. ☒ мес.

	Кол-во	Производ.	Перенал.	Ремонт	Все	
A1	240	GT	46.2%	3.6%	5.6%	55.4%
A2	480	MA	24.8%	4.4%	3.7%	32.9%
B1	840	MB	64.2%	2.2%	4.4%	70.9%
B2	720	MC	36.7%	3.8%	3.5%	44.0%
C1	480	MD	46.8%	2.8%	4.7%	54.3%
C2	600	AS	45.5%	0.0%	4.3%	49.8%
		PK	48.5%	1.3%	6.6%	56.4%

Ожидание

Помощь Закрыть

**Рис. 11.2. Предварительная оценка производственных мощностей**

Одно важное преимущество предварительной оценки производственных мощностей — это учет предсказуемых сезонных показателей и/или тенденций изменения спроса (если есть возможность спрогнозировать их с определенной точностью). Однако и здесь не стоит особенно доверять полученным цифрам — они опираются не на фактические показатели загрузки, а на прогноз продаж, который представляет собой всего лишь проекцию, и на другие приблизительные расчеты. Кроме того, предварительная оценка

мощностей не отражает подробный план и, как следствие, не учитывает незавершенное производство — ни его общий объем, ни то, на каких стадиях производственного процесса оно находится.

Хотя предварительная оценка производственных мощностей не может использоваться в качестве единственного механизма контроля, она в состоянии подтвердить (или поставить под сомнение) достоверность других показателей — планируемой загрузки и данных контроля красной линии. Пусть, например, планируемая загрузка начинает понемногу выходить за пределы 90%, число заказов в красной зоне слегка увеличилось, а по предварительной оценке производственных мощностей некоторый ресурс в течение следующих трех месяцев будет загружен в среднем на 104%. В таком случае можно с уверенностью сказать, что система перегружена. Даже если все сроки поставки пока соблюдаются, серьезные проблемы не заставят себя ждать.

## **Контроль в УББК: резюме**

Итак, первый уровень защиты в УББК — это буфер отгрузки. Мы встраиваем его в план использования ограничения, и он компенсирует большинство типичных отклонений, вызванных внутренними причинами. Второй уровень защиты — оперативный контроль исполнения. Для этого мы используем контроль красной линии и планируемую загрузку: следим за буфером и немедленно принимаем меры при пересечении красной линии; рассчитываем планируемую загрузку, чтобы заранее узнать о риске возникновения проблемы, а также о том, что система теряет стабильность. Предварительная оценка производственных мощностей дает нам возможность взглянуть на будущую загрузку в долгосрочной перспективе — насколько позволяет горизонт планирования информационной системы. Эта оценка — очень грубое приближение, и нельзя рассчитывать только на нее, но благодаря ей мы получим заблаговременное предупреждение об ожидаемом резком росте планируемой загрузки.

## **Компания ADV200: работа с УББК**

Мы достаточно подробно обсудили метод УББК. Посмотрим теперь, как его концепции и принципы действуют в типичной производственной организации. Давайте вернемся к MICSS и исследуем другой сценарий.

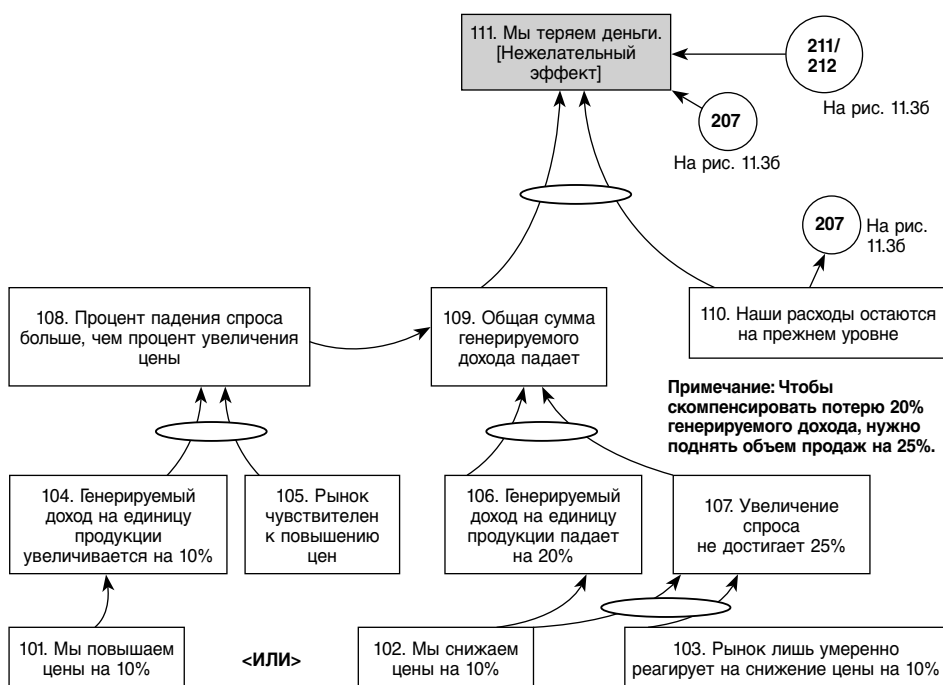
Это завод ADV200. Ситуация, с которой столкнулся его генеральный директор, подробно описана в приложении Г. Сейчас вполне подходящее время, чтобы прочитать первую часть этого приложения. Вы можете выполнять все инструкции, приведенные в этом приложении, на своем компьютере в программе MICSS или пользоваться иллюстрациями в приложении Б.



## ADV200: проблема

Если вы запускали сценарий ADV200 в соответствии с инструкциями приложения Г для первого цикла, то, наверное, заметили, что показатель своевременности поставок («Репутация») исключительно хорош – 100%. Но компания сама себе роет яму. Она теряет деньги и все больше влезает в долги. Почему это происходит? Вспомните, что вы прочитали в приложении Г, и что наблюдали во время первого запуска сценария.

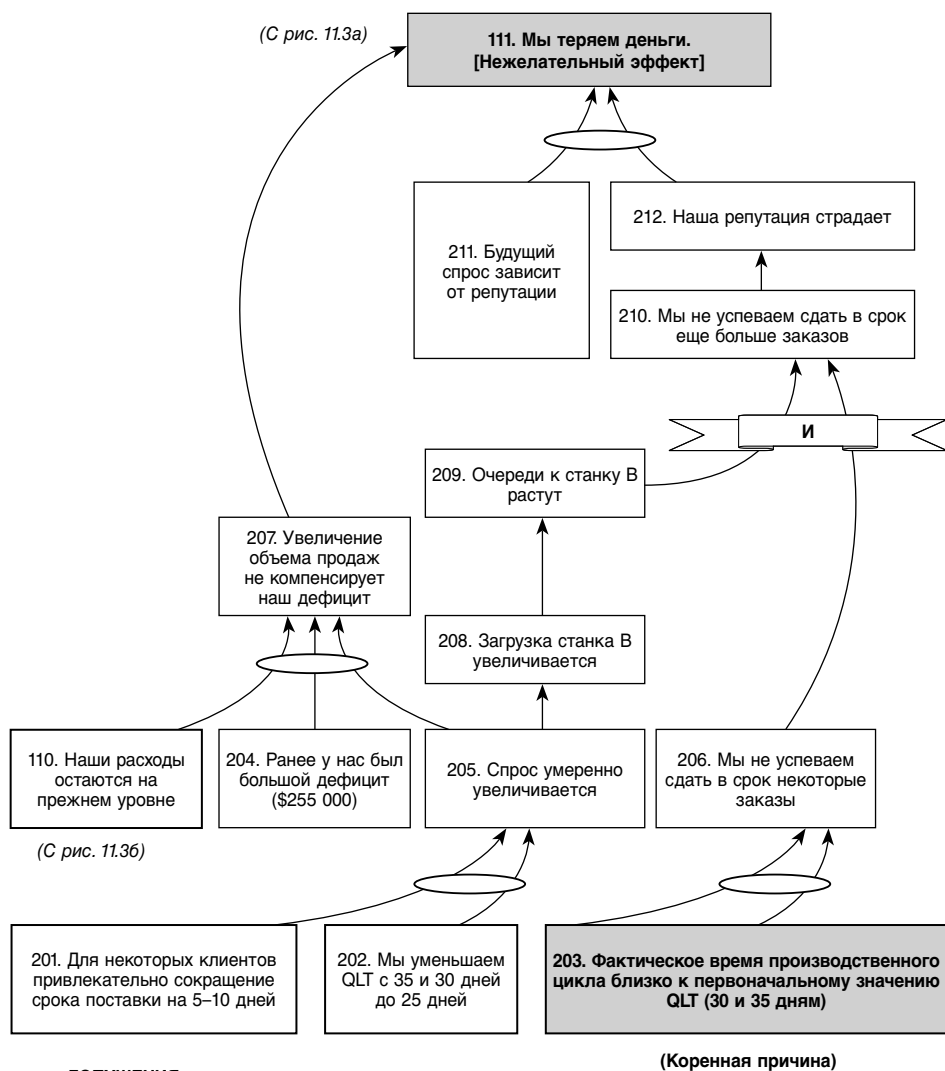
Теперь запустите модель еще трижды, каждый раз сроком один год. В первый раз снизьте все цены на 10%, больше никакие правила не меняйте. Запишите результаты (чистую прибыль, объем наличных средств). Во второй раз поднимите цены на 10% и снова запишите результаты. В третий раз не меняйте цены, но сократите все сроки поставки до 25 дней. Результаты, по всей вероятности, будут похожи на те, которые показаны на рис. 11.3. Если вы этого не наблюдаете, повторите все три запуска, параллельно следя за содержанием дерева.



### ДОПУЩЕНИЯ:

1. Есть только один способ увеличить уровень прибыли:
  - Поднять цены
2. Есть только два способа увеличить объем продаж:
  - Снизить цены
  - Сократить срок поставки

Рис. 11.3. Дерево текущей реальности завода ADV200

**ДОПУЩЕНИЯ:**

1. Есть только один способ увеличить уровень прибыли:
  - Поднять цены
2. Есть только два способа увеличить объем продаж:
  - Снизить цены
  - Сократить срок поставки

**Рис. 11.3б. Дерево текущей реальности для компании ADV200**

Что можно сделать, чтобы улучшить финансовые показатели ADV200? Очевидно, компании нужно увеличивать продажи, справляясь при этом со всеми поступающими заказами. Ни один участок производства ADV200 не загружен более чем на 70% — если вам нужно доказательство, проверьте

загрузку оборудования («Производство» | «Информация»). Таким образом, ничто не мешает принимать новые заказы. Но как их найти?

Программа MICSS не так богата возможностями, как реальная жизнь. Некоторые варианты, существующие в действительности, здесь исключены, потому что упрощенные модели не могут полностью дублировать реальность. Нам придется работать с теми параметрами, которые программа разрешает менять. У основания дерева мы видим два допущения, касающиеся программы MICSS вообще и завода ADV200 в частности:

1. Есть только один способ увеличить уровень прибыли — поднять цены.
2. Есть только два способа увеличить спрос на продукцию ADV200 (и объем продаж): первый — снизить цены, второй — сократить срок поставки.

В рамках модели ADV200 у нас есть только эти возможности.

Первая половина дерева (рис. 11.3а) показывает, почему изменение цен нам на самом деле не поможет. Разберем этот вопрос более подробно. Запуская сценарий со снижением цен (пункт 103), вы, естественно, рассчитывали, что спрос на продукцию вырастет. И, конечно, это произошло. За год, в течение которого компания продавала продукцию на 10% дешевле, загрузка оборудования увеличилась и было реализовано больше единиц продукции. Однако суммарный доход сократился, и компания только потеряла еще больше денег.

Причина такого результата, явно противоречащего намерениям руководства компании, в том, что спрос в сценарии MICSS вырос недостаточно и не мог компенсировать последствия снижения цен. При снижении цены на продукцию на 10% генерируемый доход (маржинальная прибыль) снизится не на 10%, а сильнее. Так, если он составляет порядка 50% от обычной отпускной цены, снижение этой цены на 10% уменьшит его на 20%. Чтобы подобная тактика была оправданной, необходимо значительное повышение рыночного спроса. Оно должно быть достаточным, чтобы не только компенсировать потери от снижения цены, но и получить увеличение генерируемого дохода по сравнению с тем, который был бы получен при сохранении существующих расценок.

Например, если наш рынок требует 1000 единиц продукции по цене \$100 за штуку, мы получаем выручку \$100 000. Если половина стоимости каждой единицы приходится на переменные затраты, то 1000 единиц генерируют доход в размере \$50 000. Снижение цены на 10% (до \$90 за штуку) для стимулирования спроса не повлияет на наши переменные затраты. Они по-прежнему будут составлять \$50 за единицу продукции, поэтому 1000 единиц принесут нам уже только \$40 000 генерируемого дохода. Прежде чем говорить о прибыли, нам нужно компенсировать потерянные \$10 000. При цене \$90 за единицу продукции (\$40 генерируемого дохода) для этого потребуется продать на 250 единиц больше, чем прежде. Иначе говоря, мы должны будем увеличить объем продаж на 25%, чтобы всего-навсего компенсировать снижение цены на 10%, и гораздо сильнее, чтобы добавочная прибыль оправдала это снижение. Приведет ли снижение цены на 10% к повышению объема продаж (в единицах

продукции, а не долларах!) на 30% или более? Неудивительно, что ценовые войны — не очень хорошая идея, правда? Средняя ветвь дерева на рис. 11.3а показывает развитие событий в результате снижения цен на 10%.

Не исключено также, что увеличение спроса окажется слишком сильным и производственные мощности предприятия с ним не справятся, — тогда мы не сможем вовремя выполнять заказы. Этот вариант не отражен в дереве текущей реальности, поскольку снижение цены на 10% на самом деле не приведет к таким последствиям. Но стоит спросить себя: если нам все-таки посчастливится увеличить продажи на 30%, как говорилось выше (опять же, в единицах продукции, а не в долларах), как изменится загрузка наших мощностей? Если мы будем их перегружать, причем достаточно часто, то разочаруем клиентов и утратим их доверие. Мы потеряем этих клиентов и, как следствие, продажи. Таким образом, есть веская причина не снижать цены.

## **ADV200: конфликт**

Если ADV200 не будет снижать цены, компании нужен другой способ стимулирования спроса. Другими словами, требуется придумать, как увеличить ценность ее продуктов или услуг без изменения цен. Один способ — предложить более сжатые сроки поставки, чем у конкурентов. При прочих равных условиях клиенты, вероятно, оценят быстроту поставок: она поможет им упростить собственные процессы планирования, позволит оперативно реагировать на изменения в своих заказах. Но это приводит нас к конфликту (рис. 11.4), вытекающему из коренной причины всех причинно-следственных связей в дереве текущей реальности (пункт 203): «Фактическое время производственного цикла близко к первоначальному сроку поставки». Сроков поставки имеется два: 35 дней для продуктов A1–B2 и 30 дней для продуктов C1 и C2.

Чтобы повысить прибыльность, нужно увеличить спрос, чего мы можем добиться путем сокращения срока поставки. Но нам также нужно сохранить репутацию надежного поставщика. Вернемся ко второй части дерева текущей реальности (рис. 11.3б). Если мы пообещаем клиентам выполнять заказы быстрее, а длительность производственного цикла не изменится, то мы рискуем не сдержать обещание. Что же делать?

Давайте рассмотрим ситуацию на уровне системы в целом. Где в данный момент находится системное ограничение ADV200? Очевидно, это продажи (рыночный спрос), поскольку продукция компании не пользуется достаточным спросом. Следовательно, в настоящий момент ограничение находится за пределами компании, и то, что загрузка оборудования составляет 70% и меньше, подтверждает такой вывод. Если мы хотим правильно применить теорию ограничений, то должны максимально использовать это ограничение (сократить срок поставки), а для этого подчинить задаче использования ограничения все внутреннее управление компанией. В данном случае подчинение означает оптимизацию производственных правил не для повышения внутренней эффективности, а для обеспечения как можно более быстрых и надежных поставок.



Рис. 11.4. Конфликт ADV200: срок поставки

Каким образом можно было бы поменять производственные правила для ADV200, чтобы подчинить работу компании рыночному ограничению? Способ для этого мы уже не раз здесь обсуждали, в частности, разбирали на примере Завода-120. Метод «барабан–буфер–канат» (ББК) рекомендует сократить партии обработки, использовать партии меньшего размера для передачи незавершенного производства между участками и отдавать приоритет подтвержденным заказам (откладывая ради них производство продукции на склад). В УББК при этом рекомендуется рассматривать рынок как первичное ограничение и управлять загрузкой внутренних ресурсов так, чтобы нигде в системе никогда не появлялось активное внутреннее ограничение.

Вернемся к рис. 6.10 (а и б) из главы 6. Это дерево будущей реальности Завода-120. Все восемь инъекций полностью применимы и в случае компании ADV200. Но, поскольку в ее дереве текущей реальности не фигурируют

проблемы со снабжением, проигнорируем временно инъекции 5 и 6. Они могут пригодиться компании в будущем, когда ей удастся создать такой объем спроса, что начнутся трудности с поставками сырья.

Удивительно, насколько могут быть похожи решения для двух совершенно разных ключевых проблем и сценариев развития событий. Заводу-120 не требовалось сокращать срок поставки (на самом деле он был обеспечен твердыми заказами с фиксированной датой отгрузки на год вперед). Коренные причины проблем для завода, указанные на рис. 6.2а, заключались в следующем: «Мы боремся за эффективное использование каждого ресурса» (пункт 101) и «Мы не можем отделить то, что важно, от того, что не важно» (пункт 104). Но пройдя по цепочке причинно-следственных связей, мы попадали в пункт 110: «Фактическая продолжительность производственного цикла превышает сроки поставки». Не правда ли, более чем похоже на формулировку коренной причины трудностей ADV200 — «Фактическое время производственного цикла близко к первоначальному сроку поставки» (пункт 203)?

Это и не удивительно. Исходные производственные правила ADV200 прямо вытекают из общих положений, аналогичных тем, которые стали источником проблем Завода-120.

Посмотрите еще раз на рис. 6.10 и 6.11 (дерево будущей реальности и негативная ветвь 1) в главе 6. Все это относится и к компании ADV200, но с некоторым важным добавлением. Нам понадобится еще одна инъекция: «Мы осторожно сокращаем срок поставки, чтобы воспользоваться ожидаемым сокращением фактического времени производственного цикла».

Перечислим здесь несколько основных инъекций, которые практически универсальны для методологии ББК и уже были испытаны нами в ситуации Завода-120. Они должны сработать и для ADV200.

- Инъекция 1а. Обеспечить определенный объем защитной мощности для всех ресурсов.
- Инъекция 1б. Рассматривать переналадки как существенный фактор, только если они исчерпывают защитную мощность.
- Инъекция 2. Обеспечить механизм контроля для выявления вновь возникающих узких мест.
- Инъекция 3. Принимать меры, чтобы не допустить превращения обнаруженных узких мест в ограничения системы.
- Инъекция 4. Уменьшить размер партий, перейти с еженедельного планирования на ежедневное, узаконить частичные производственные заказы (передаточные партии меньшего размера) и отдавать приоритет наиболее срочным заказам.
- Инъекция 5. Сократить срок поставки до фактической продолжительности производственного цикла.

## ADV200: проверка предложенных решений

Сработает ли такая тактика? Сможет ли она изменить ситуацию с ADV200 в противоположную сторону? Прежде чем проводить предложенные инъекции «в жизнь» (т. е. менять правила работы ADV200 в MICSS), попробуем проверить их логически на предмет достаточности. На рис. 11.5 (а и б) показано дерево будущей реальности — результат применения пяти перечисленных инъекций. Изучите его и проверьте, достигнут ли желаемый эффект (сокращение производственного цикла и увеличение прибыльности бизнеса).

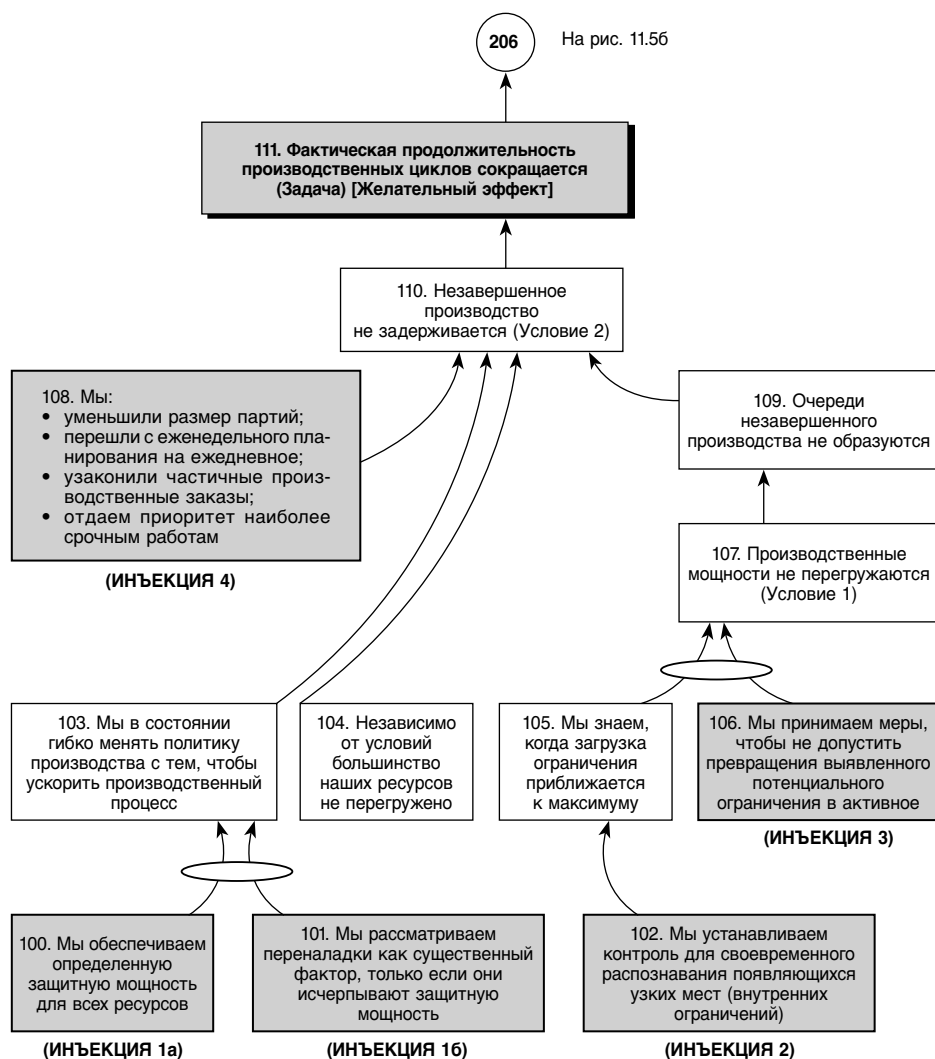


Рис. 11.5а. Дерево будущей реальности для компании ADV200

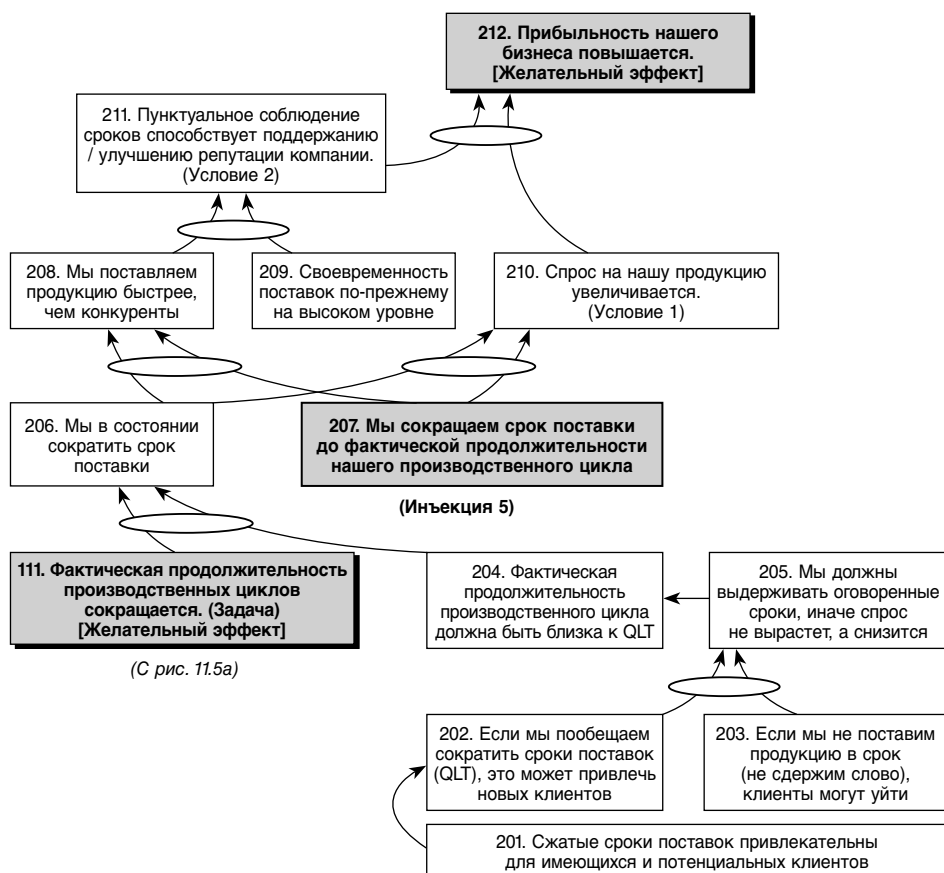


Рис. 11.5б. Дерево будущей реальности для компании ADV200

Теперь пора проверить, не упустили ли мы чего-нибудь, составляя дерево будущей реальности. Для этого применим наши инъекции к сценарию ADV200 и запустим модель с новыми правилами. Следуйте инструкциям для второго цикла в приложении Г. Вот как соотносятся изменения правил для ADV200 в MICSS с инъекциями:

**Инъекция 1а.** Откройте раздел «Производство» и поставьте галочку в поле «Общ. загрузка». Следите за увеличением красной полосы (времени). Она не должна превышать 90% от обещанного срока поставки (в часах).

**Инъекция 1б.** «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования» | «Приоритеты» | «Срочность».

**Инъекция 2.** «Производство» | «Правила» | «Правило “красная линия”». Задайте время «красной линии» 5 дней для всех изделий.

**Инъекция 3.** «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования» | «Работа с заказами» | «Заказ частично».



«Производство» | «Правила» | «Правила планирования» | «Фикс. интервал». Укажите интервал планирования 1 день.

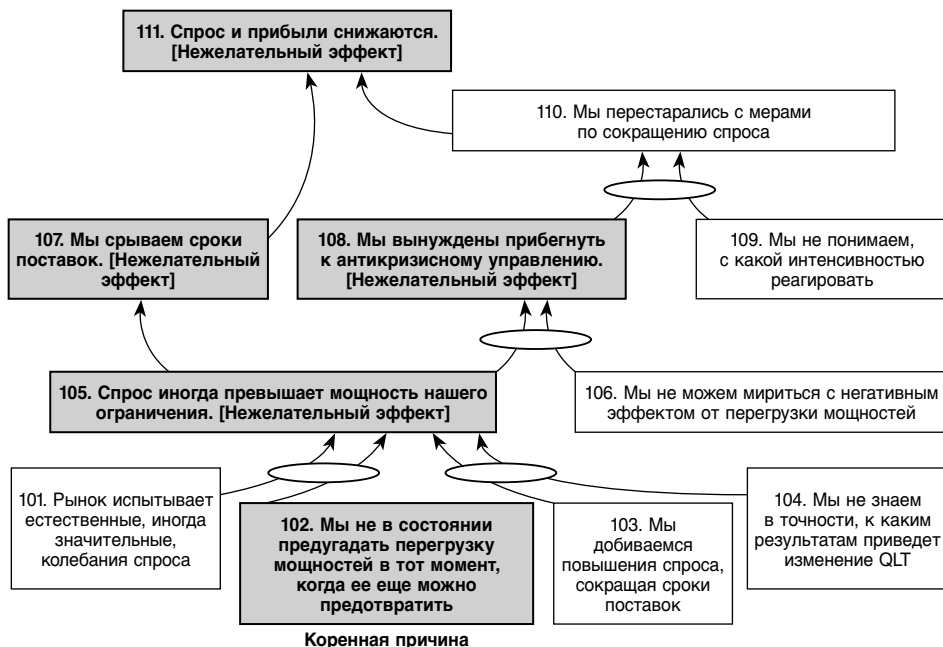
«Производство» | «Правила» | «Правила планирования» | «Комплектование партий». Установите минимальный размер партии по своему желанию; начните с 30.

Инъекция 4. «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции». Для начала установите срок поставки 25 рабочих дней и снижайте его понемногу, пока не появятся признаки перегрузки системы (многочисленные «красные флажки», сигнализирующие об опасной задержке заказа).

Инъекция 5. «Производство» | «Действия» | «Доп. смена». Дополнительную смену нужно будет вводить по необходимости при появлении у заказов «красных флажков».

*Примечание. Для проверки «красных» заказов приостановите цикл работы модели, перейдите в раздел «Маркетинг» и посмотрите, сколько изделий выделено красным. Если их несколько, потребность в дополнительной смене обоснована.*

Какие результаты получились во втором цикле? Удалось ли компании ADV200 под вашим руководством заработать деньги или, по крайней мере, потерять не так много, как в 1997 г.? Помогают ли новые производственные и маркетинговые правила ББК двигаться в правильном направлении?



**Рис. 11.6. Второе дерево текущей реальности для компании ADV200: ожидаемая перегрузка**

## **ADV200: второе дерево текущей реальности**

С какими новыми проблемами вы столкнулись? В действительности маловероятно, чтобы наших пяти инъекций оказалось достаточно для решения всех проблем и завод тут же начал приносить прибыль. На рис. 11.6 показаны некоторые типичные нежелательные явления, от которых при работе с компьютерной моделью ADV200 часто не удастся избавиться после применения первой серии инъекций.

Довольно распространенный сценарий — возрастание спроса на продукцию до такой степени, что предприятие не справляется с ним, даже при том, что мощность увеличилась. Растет число «красных флажков», сигнализирующих о задержке заказов, в некоторых случаях даже срываются сроки поставки, из-за чего, в свою очередь, страдает репутация компании.

Коренная причина такого рода явлений состоит в нашей неспособности вовремя предвидеть перегрузку, чтобы ее предотвратить. Другими словами, мы не замечаем, что система перегружена, пока не образуется несколько дыр в буфере отгрузки. Конечно, руководство начинает волноваться, но нужный момент упущен и некоторые заказы, возможно, уже не удастся отгрузить в срок. Нам нужно найти способ устранить коренную причину (пункт 102 на рис. 11.6). Еще одна задача — понять, как обойтись без антикризисного управления в случае частого появления дыр в буфере отгрузки.

## **ADV200: второе дерево будущей реальности**

На рис. 11.7 показано дерево будущей реальности с несколькими новыми инъекциями, которые помогают решить проблемы, отраженные во втором дереве текущей реальности. Мы должны научиться выявлять опаздывающие заказы задолго до того, как они попадут в буфер отгрузки, и тогда сможем свести к минимуму количество дыр в буфере, принимая менее жесткие оперативные меры на ранних стадиях процесса.

Например, введя дополнительную смену всего на два дня за две недели до того, как загрузка РОМ достигнет критической точки, мы, возможно, избавимся от необходимости работать в две смены целую неделю, проталкивая сразу несколько заказов, одновременно пересекающих красную линию.

Но в долгосрочной перспективе ни одна система не может долго работать на пределе и не потерять при этом стабильность. Здесь нужно долгосрочное решение, которое позволит нам регулировать нашу потребность в ресурсах (загрузку ресурсов), всегда оставляя определенную защитную мощность. Как же реализовать инъекции, названные на рис. 11.7?

Вернемся к понятию планируемой загрузки, которое мы обсуждали ранее в этой главе. Как вы помните, она рассчитывается для каждого участка и представляет собой суммарное количество часов, необходимое этому участку для выполнения всех заказов, включенных в основной план производства. Чтобы

увидеть в MICSS диаграммы планируемой загрузки, представленные на рис. 11.1, откройте раздел «Производство» и поставьте галочку в поле «Общ. загрузка» в правом верхнем углу экрана. На этих диаграммах можно проследить динамику планируемой загрузки в зависимости от изменения фактической загрузки. Красные полосы на графиках всех участков удлиняются при добавлении в план новых производственных заказов, а затем постепенно укорачиваются по мере того как принятые системой заказы проходят этапы производственного цикла.

Рядом с каждой красной полосой отображается число часов и минут — время, необходимое для выполнения работы, назначенной данному участку, начиная с настоящего момента и до наступления срока поставки. Заметим, что речь во всех случаях идет о рабочем времени: при пятидневной 40-часовой рабочей неделе срок поставки, равный 25 дням, соответствует 200 часам загрузки рабочего участка. Красные полосы на диаграммах общей загрузки соответствуют количеству часов работы по тем заказам, которые на данный момент подтверждены и внесены в основной план производства.

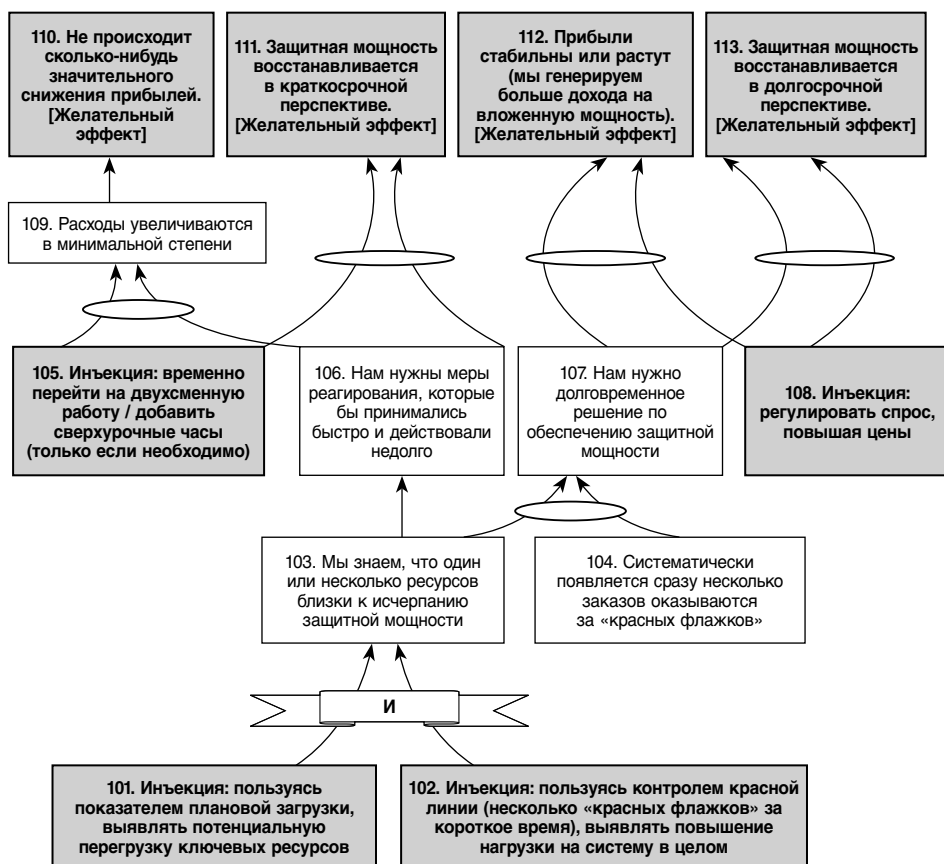


Рис. 11.7. Второе дерево будущей реальности для компании ADV200: система контроля

Если мы знаем, что у станка В самый высокий среди наших ресурсов уровень загрузки, мы можем рассматривать его как ресурс ограниченной мощности (РОМ), даже если в настоящее время он не перегружен, — ведь именно он первым достигнет предела загрузки. У всех остальных ресурсов запас мощности гораздо выше. Поэтому для того, чтобы поддерживать защитные мощности на всех этапах производственного процесса, нам нужно всего лишь отслеживать ежедневную динамику планируемой загрузки станка В. При сроке поставки 25 дней (200 часов) мы хотим, чтобы планируемая загрузка станка В не превышала 180 часов (порядка 90%). Если соответствующий показатель (см. рис. 11.1) выходит за эту границу и больше не опускается, следует подумать о возможности ввести на несколько дней дополнительную смену (краткосрочная инъекция), чтобы снизить планируемую загрузку станка до приемлемого уровня.

### **ADV200: эффективное использование ограничения**

Итак, если нам нужно действительно умное решение, касающееся повышения цен, мы будем повышать цены выборочно. Зная, что повышение цены в какой-то мере снизит спрос, мы хотим получить максимальную выгоду от каждой несостоявшейся продажи. Для этого нам нужно определить, какие из наших продуктов генерируют *наименьший* доход (в расчете на единицу), но при этом потребляют значительную долю мощности РОМ. Чтобы их выявить, проще всего рассчитать генерируемый доход на единицу мощности ограничения, затрачиваемой на производство единицы каждого вида продукции (Throughput per Constraint Unit, T/CU). Большинство информационных систем для производства, даже если они и не вычисляют непосредственно показатель T/CU, могут предоставить все необходимые входные данные для его расчета.

На рис. 11.8 приведены значения показателя T/CU для продукции ADV200. Нас интересуют продукты, у которых он ниже всего, — именно на них целесообразно повышать цену, когда поставлена задача снижения спроса. В результате высвободится мощность РОМ и снизится планируемая загрузка. Согласно рис. 11.8, первый кандидат на высвобождение производственной мощности станка В (МВ) с минимальными потерями прибыли — это продукт С1. Если желательно высвободить еще больше мощности МВ, следующим по незначительности ущерба для прибылей будет продукт А1.

Но что если покупательский спрос снизится настолько, что планируемая загрузка МВ опустится гораздо ниже 90% — например, до 60%? Не понадобится ли скомпенсировать эффект от повышения цен? На самом деле, понять это нам поможет все тот же расчет.

Если у компании ADV200 есть избыточные мощности, не попробовать ли загрузить их теми продуктами, которые приносят больше маржинальной прибыли (т. е. больше генерируемого дохода)? Согласно рис. 11.8, продукт А2 — «свободный»: он вообще не потребляет мощности РОМ. Мы можем поднять генерируемый доход, увеличив продажи А2, — высокая загрузка МВ этому не мешает. Но нужно действовать осмотрительно, поскольку,

Продукт	T (на единицу)	Время обработки на МВ (POM)	T/CU (доллары в минуту)	Приоритет
A1	\$239,96	:25 мин	9,60	5
A2	\$169,92	0	$\infty$	1*
B1	\$164,96	:04 мин	41,24	2
B2	\$214,96	:12 мин	17,91	3
C1	\$159,94	:26 мин	6,15	6
C2	\$209,94	:17 мин	12,35	4

\* A2 — «свободный» продукт, т. е. в его производстве не используется POM. Соответственно, коэффициент T/CU для него не определен.

**Рис. 11.8. Определение приоритетов для продукции ADV200**

как мы помним, любое существенное изменение спроса *или* мощности может привести к смещению ограничения системы. Из продуктов, которые все-таки используют МВ, наибольший генерируемый доход за минуту его работы дает B1.

Итак, мы хотим выборочно стимулировать спрос на A2 и B1. Согласно исходным допущениям (см. рис. 11.3), для ADV200 есть только два способа повлиять на рыночный спрос, один из них — сократить срок поставки. Попробуем проделать это только для двух выделенных нами продуктов.

Здесь есть еще несколько тонких моментов, на которые следует обратить внимание. Продукт C1 наименее рентабелен *только* при условии, что POM — это МВ. Если загрузка МВ упадет ниже 90% (скажем, до 50%), целесообразность повышения спроса на B1 за счет C1 уже не будет столь очевидной. Не исключено, что в результате повышения цены спрос на C1 упадет слишком сильно и его потребуются частично восстанавливать. Лучше делать это, сокращая срок поставки, но некоторое снижение цены (не до прежнего уровня) — также допустимый вариант.

## **ADV200: третье дерево будущей реальности**

Полная картина манипулирования спросом на продукцию ADV200 представлена в дереве будущей реальности на рис. 11.9 (а, б, в и г). Эффективно применяя принципы и методы управления ограничениями (пять направляющих шагов ТОС и ББК), мы свели к минимуму фактическую продолжительность производственного цикла (пункт 102), сохранив надежность поставок, а сократив срок поставки, увеличили спрос, обойдясь без снижения цен.

Поскольку у нас не осталось путей повышения эффективности производства (пункт 106), для увеличения рентабельности мы должны либо нарастить мощность (пункт 107), либо работать более результативно, делая упор на «правильных» продуктах (эффективность и результативность — не одно и то же). Чтобы решить, каким образом лучше всего использовать наши ограниченные мощности, мы составляем рейтинг продукции по показателю  $T/CU$  — отношению генерируемого дохода к потребляемой мощности РОМ (пункты 111 и 202). Затем мы выборочно повышаем цену на продукты с низким  $T/CU$  — те, которые приносили меньше всего генерируемого дохода на минуту работы РОМ (пункт 206), — и тем высвобождаем время РОМ для производства продуктов с высоким  $T/CU$ .

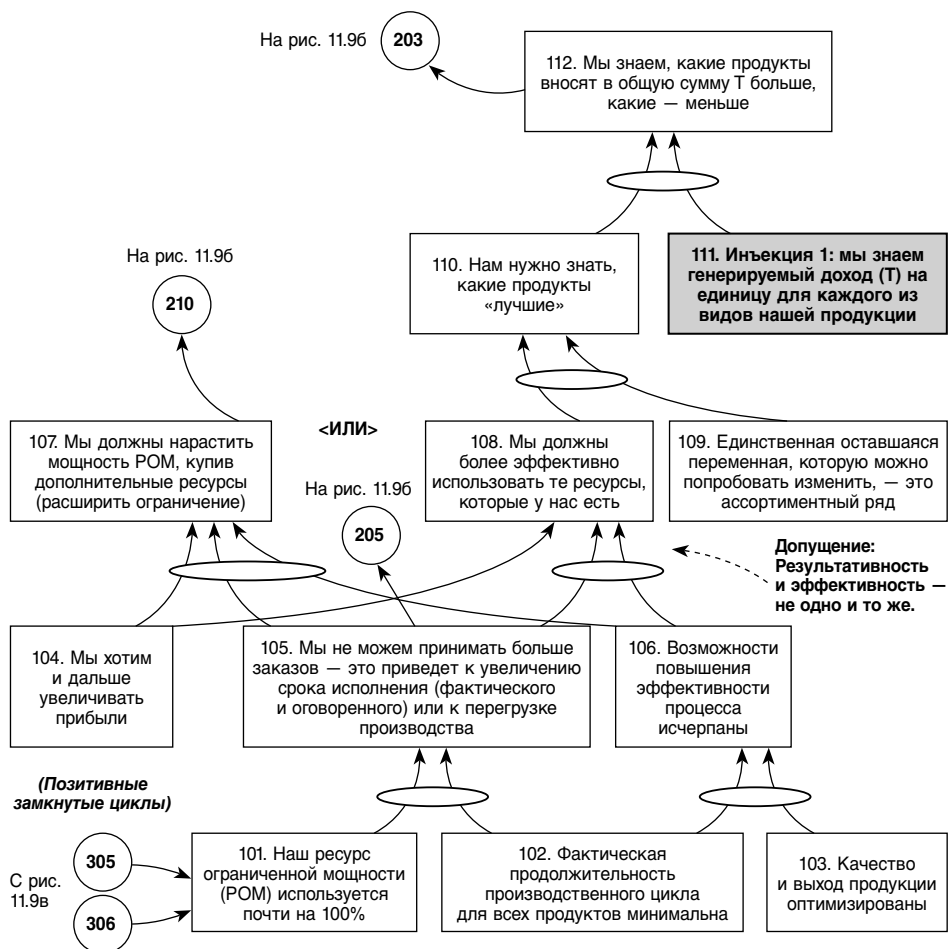
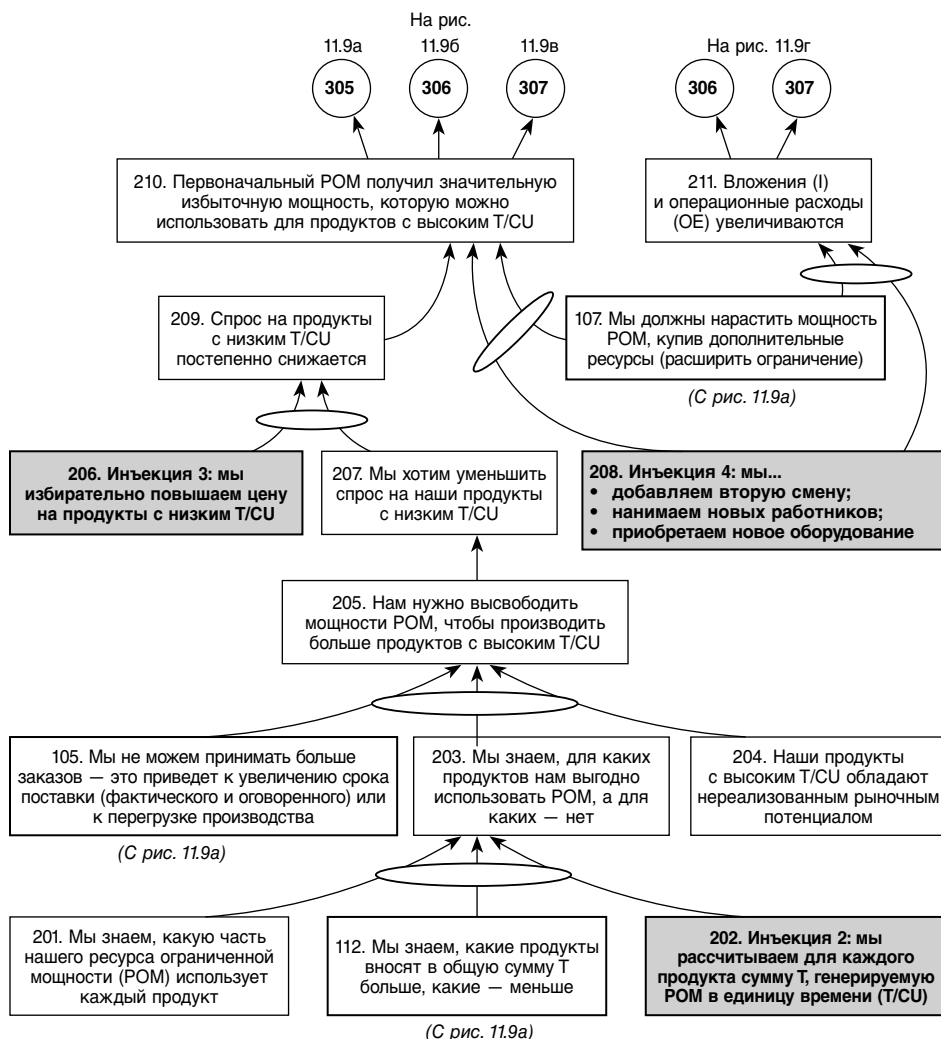


Рис. 11.9а. Третье дерево будущей реальности для компании ADV200: манипулирование спросом

В этом суть УББК. Мы решили, что рынок (покупательский спрос) — основное ограничение системы. Оно всегда присутствует на заднем плане, даже если его временно маскирует внутренний РОМ. Мы задали буфер отгрузки для контроля своевременности поставок, но отказались от формального буфера РОМ. Вместо этого мы отслеживали планируемую загрузку РОМ (станка В, МВ), принимая необходимые меры, чтобы она не выходила за пределы 90%. Мы «привязали канат» к покупательскому спросу, сделав выборочное ценообразование и изменение срока поставки инструментами для поддержания нужного нам уровня загрузки РОМ.



**Рис. 11.96. Третье дерево будущей реальности для компании ADV200: манипулирование спросом**

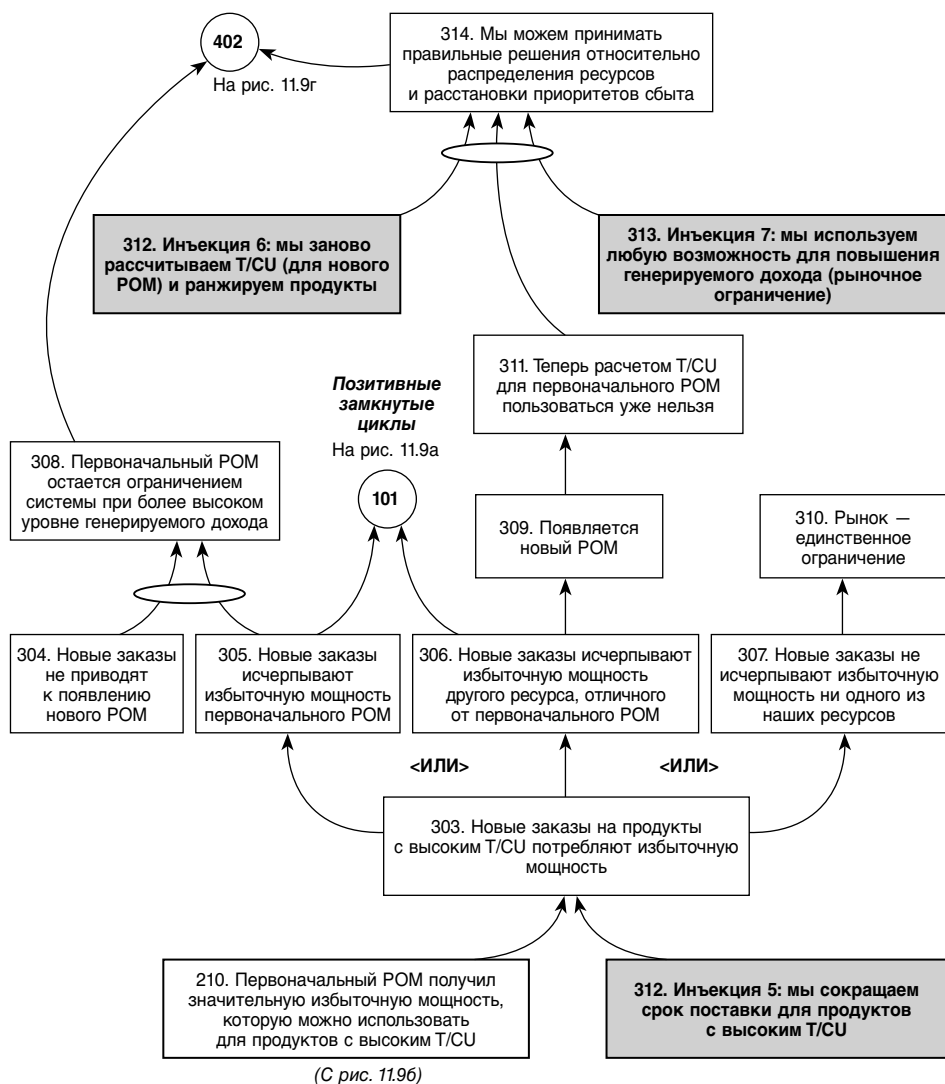
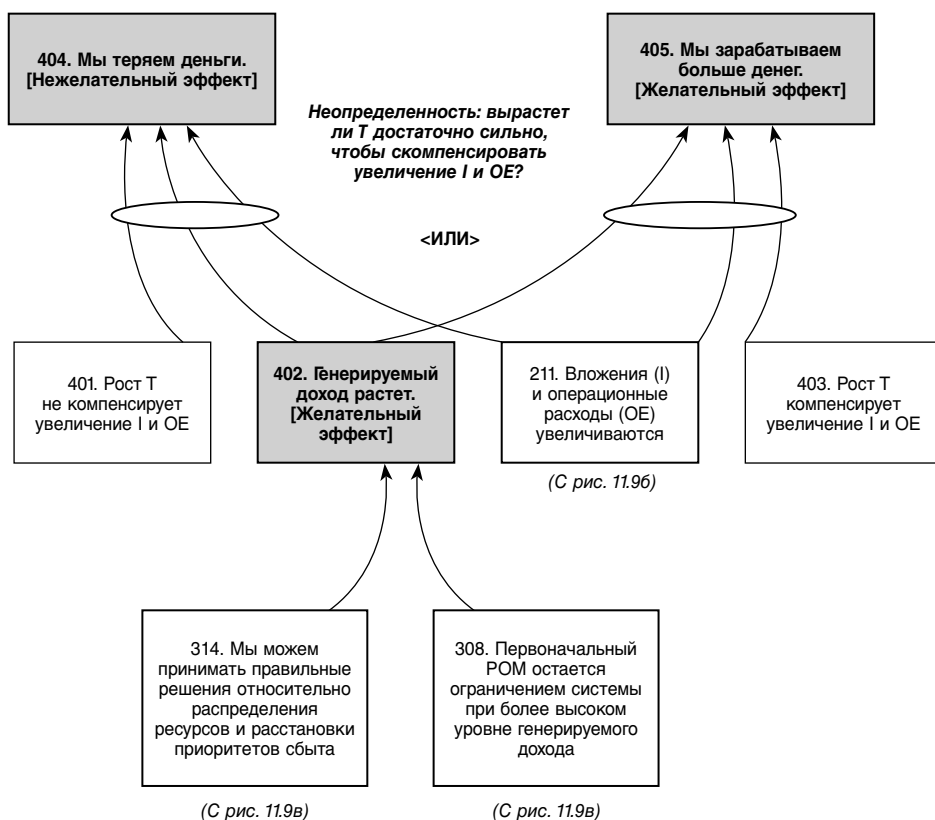


Рис. 11.9в. Третье дерево будущей реальности для компании ADV200: манипулирование спросом

Манипулирование спросом на основе рейтинга продукции по T/CU может привести к сдвигу ограничения — позже мы поговорим об этом более подробно. На самом деле можно подумать также о полном отказе от производства мало доходной продукции, о выводе на рынок новых продуктов, о выходе на новые географические рынки или в новые сегменты с существующими или новыми предложениями. Все эти инициативы способны повысить генерируемый доход и прибыльность бизнеса.





**Рис. 11.9г. Третье дерево будущей реальности для компании ADV200: манипулирование спросом**

Однако в какой-то момент нам придется задуматься о том, что влияние наших манипуляций со спросом и перепрограммированием мощностей на внешнее окружение компании стало уже достаточно серьезным. Когда с изменением покупательского спроса качественно возрастут нагрузки на наши внутренние ресурсы, нам уже мало будет просто использовать ограничение, подчиняя ему работу системы. Вероятно, понадобится нарастить производственные мощности — закупить капитальное оборудование, открыть новые подразделения, нанять больше людей... И все-таки удивительно, как часто компании сразу перескакивают к этому шагу, не успев в полной мере воспользоваться выгодой от эффективного использования ограничения. Вложения и операционные расходы здесь минимальны, если не равны нулю. Сценарий ADV200 должен был убедить вас, что можно значительно улучшить финансовые результаты предприятия за счет одного лишь изменения правил, определяющих использование ресурсов.

## ADV200: сдвиг ограничения

Еще одно важное последствие, за которым нужно следить, — это сдвиг внутреннего ограничения (POM), его перемещение в другую точку. Воздействуя на производственные мощности или на спрос, мы всякий раз меняем структуру загрузки внутренних ресурсов предприятия. Если делать это постоянно (как при манипулировании ценами и сроками поставок в нашем примере с ADV200),

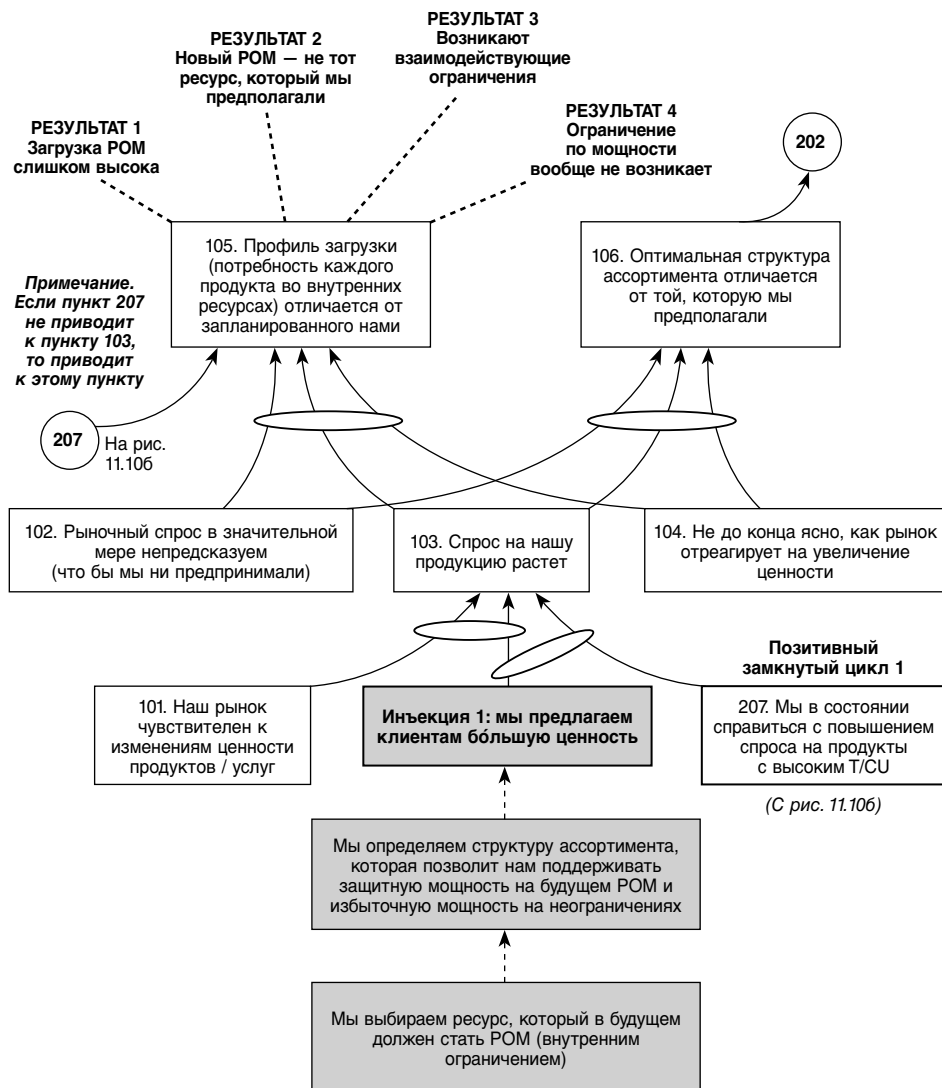
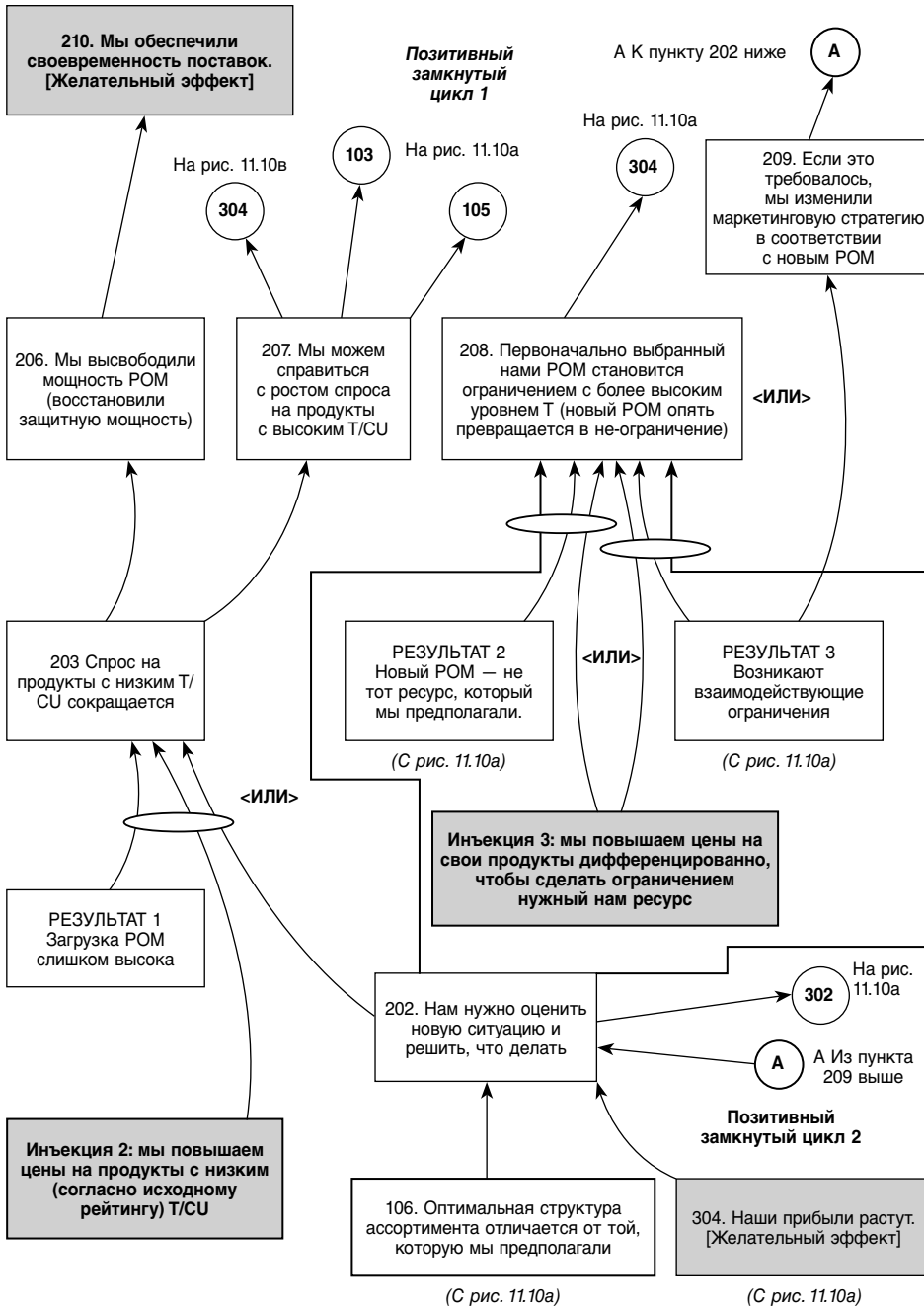


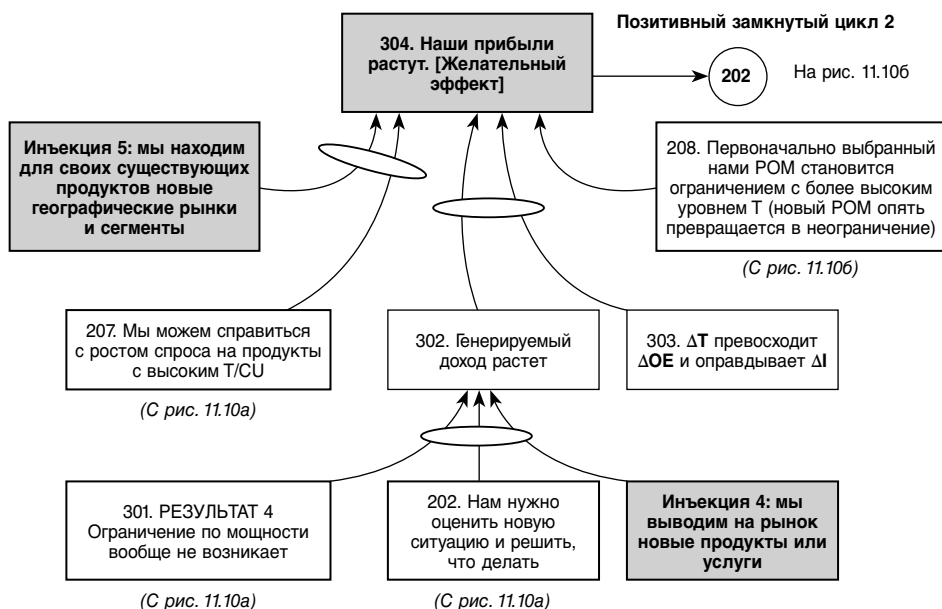
Рис. 11.10а. Дерево будущей реальности: управление динамикой ограничений



**Рис. 11.106. Дерево будущей реальности: управление динамикой ограничений**

то в конце концов какой-то другой ресурс начнет превращаться в РОМ (пункт 309 на рис. 11.9в). Особенно это касается тех случаев, когда у нас есть «свободные» продукты. На рис. 11.8 таким продуктом является А2, при производстве которого вообще не используется станок В (текущий РОМ). Благодаря этому свойству А2 мы сможем сократить срок его поставки, не опасаясь за загрузку МВ, но в какой-то момент повышение спроса на А2 приведет к перегрузке одного из неограничений — станка D (MD), — который участвует и в производстве продукции, проходящей через РОМ. Когда это произойдет, мы начнем чаще получать сигналы о пересечении красной линии, и нам придется ускорять заказы, но некоторые из них все-таки не удастся выполнить в оговоренный срок. Иначе говоря, возникнет типичная картина, свидетельствующая о том, что система теряет равновесие, — только «трудным ребенком» будет уже MD, а не МВ. Понадобится переключить внимание на новый объект. Рост продаж другого продукта, спрос которого стимулировался в примере, — В1 — повлияет на загрузку сразу двух ресурсов — GT и, опять же, MD. Один из них — в зависимости от структуры спроса на другие изделия — превратится в новое ограничение.

Принципы и процедуры управления системой по-прежнему ориентированы на ограничение, но оно стало другим. Соответственно, изменилось и направление наших усилий.



Допущение в основе Инъекции 4: новые продукты или услуги можно выводить на рынок, только если они обещают такой же генерируемый доход, какой приносят имеющиеся продукты (услуги), или более высокий.

Рис. 11.10в. Дерево будущей реальности: управление динамикой ограничений

Вспомним, что говорилось в главе 4 о способности теории ограничений служить стратегической основой для управления системой как единым целым (рис. 4.3). Дерево будущей реальности, показанное на рисунке 11.10 (а, б и в), представляет стратегию применения пяти направляющих шагов ТОС, S-ББК и методологии принятия решений на основе генерируемого дохода, которую мы более подробно рассмотрим в главе 13.

Итак, резюмируем кратко содержание этой и предыдущих глав. В конечном счете организации выживают (или погибают) не как совокупности слабо взаимодействующих частей, а как системы, где каждый элемент тесно связан со всеми остальными. Цель теории ограничений — обеспечить интегрированное управление отдельными элементами и тем способствовать успеху системы в целом.

## Глава 12

# УПРАВЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНЫМИ МОЩНОСТЯМИ

**П**рактически все время в этой книге мы подчеркивали необходимость поддерживать защитную мощность для всех составляющих производственного процесса, включая ресурс ограниченной мощности. Мы увидели, что применение ББК на самом деле способно высвободить скрытые мощности, о существовании которых мы могли даже не догадываться. Теперь предположим, что нам удалось обеспечить в нашей производственной системе нужный объем защитной мощности. Что нам тогда делать с вновь обнаруженными избыточными мощностями? Как их не растерять? Для чего использовать?

Прежде чем обсуждать избыточные мощности, пожалуй, стоит пояснить, что это такое с точки зрения ТОС. Посмотрите на диаграмму на рис. 12.1. Горизонтальная полоса представляет суммарную мощность некоторого ресурса (неважно, ограничения или не-ограничения), которую можно условно разделить на продуктивную и непродуктивную.

«Непродуктивная» не значит «бесполезная», и это не отрицательный признак. Так называется любая мощность, не используемая для генерации дохода (производства с целью последующей продажи). Непродуктивное время ресурсов может тратиться (и действительно тратится) на многие полезные и нужные дела: минимальные переналадки, необходимые в процессе производства, текущий ремонт (исправление мелких поломок), профилактическое обслуживание (поддержание оборудования в работоспособном состоянии), обучение операторов.

Есть вероятность, что даже после того, как мы учтем все эти работы, у большинства ресурсов останется неиспользованное (свободное) время. В таком случае мы говорим об избыточной мощности. Иногда эта мощность не видна, так как ее намеренно скрывают, но она обычно обнаруживается, когда в ней возникает потребность, — работа каким-то образом оказывается выполнена!

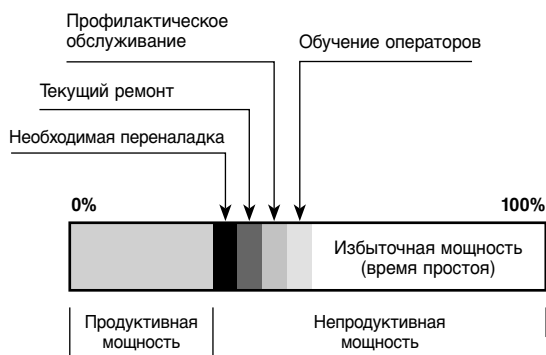


Рис. 12.1. Структура мощности ресурса

## Избыточная мощность: что с ней делать?

Какие возможности дает нам избыточная мощность? Прежде всего, она позволяет ввести по своему усмотрению некоторое количество переналадок оборудования сверх необходимого минимума — например, чтобы обрабатывать партии меньшего размера. Далее, при достаточном объеме избыточной мощности часть ее можно использовать для создания экспериментальных образцов новой продукции, пока еще не запущенной в производство. Альтернативный вариант — попробовать несколько сильнее загрузить ресурсы и увеличить объем существующих продуктов, выпускаемых на рынок. Для этого службы продаж и маркетинга, конечно, должны будут осуществить мероприятия, направленные на повышение спроса, такие как сокращение срока поставки или подготовка специальных предложений. Дерево будущей реальности на рис. 12.2 показывает некоторые выгоды от избыточных мощностей.

Отметим, что у разных ресурсов объем избыточной мощности неодинаков. У РОМ он обычно очень мал, а у не-ограничений существенно больше и самой избыточной мощности, и вариантов ее использования. Но очень важно помнить, что как РОМ, так и не-ограничения должны иметь какой-то резерв незадействованной мощности.

## Избыточная мощность: защита от чего?

Почему нам необходима защитная мощность? Мы уже говорили об этом: она страхует нас от разнообразных внутренних отклонений — неожиданных поломок оборудования, брака и недоделок, которые приходится устранять, незапланированных неявок на работу основного персонала. Второй фактор — внешняя неопределенность: непредсказуемые колебания рыночного спроса и неточность рыночных прогнозов.

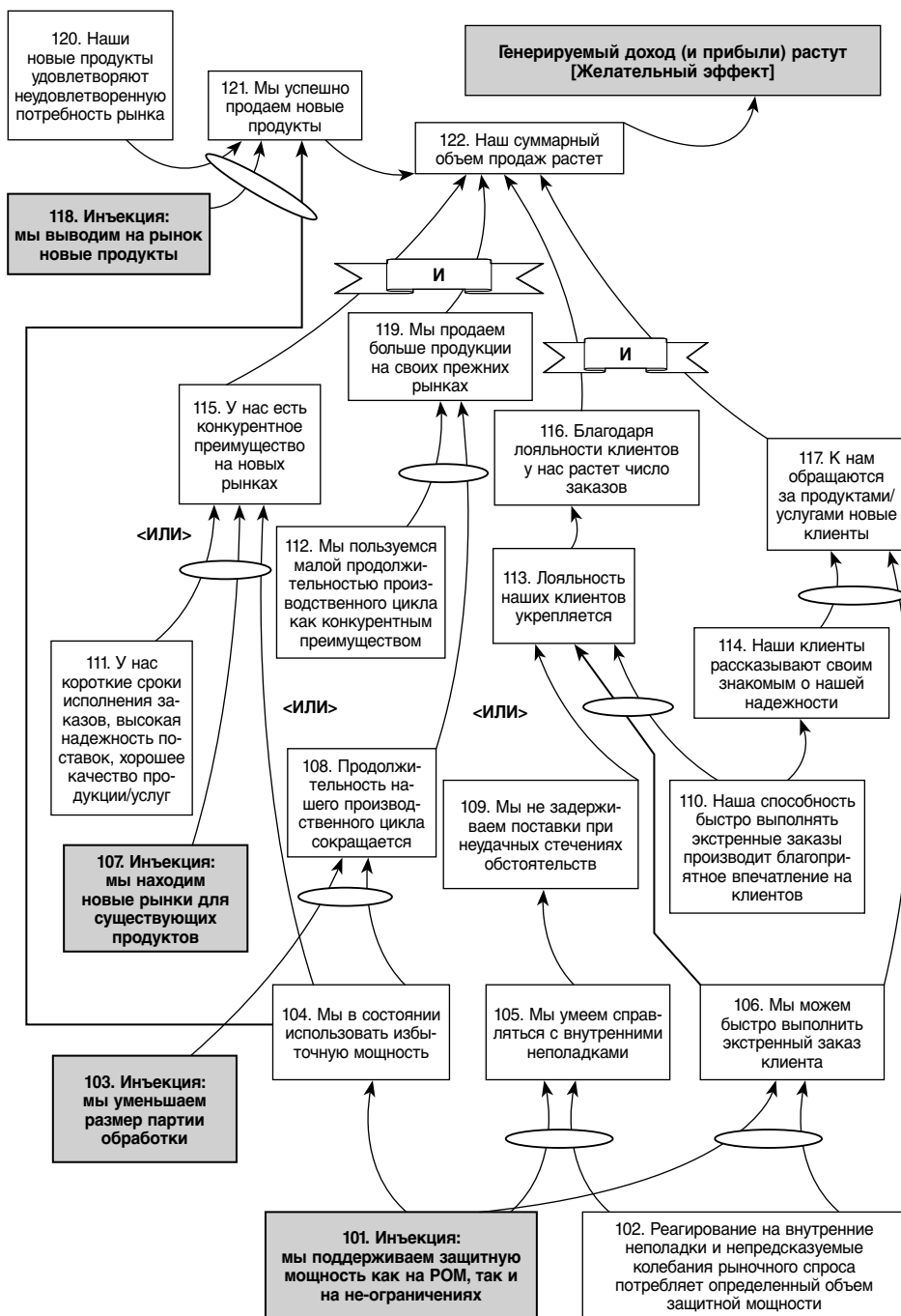


Рис. 12.2. Дерево будущей реальности: избыточная мощность



Многие компании прибегают к производству на склад, поскольку их производственный цикл слишком продолжителен для работы по заказам. Но объем производства при этом обычно планируется исходя из прогнозов, которые, в свою очередь, опираются на данные о прошлых и наиболее вероятных будущих тенденциях спроса, известных или предполагаемых новых продуктах, на планы по проведению сбытовых или маркетинговых кампаний, слухи о предстоящих действиях конкурентов, советы астрологов и гадалей...

Недостоверность получающихся прогнозов общеизвестна, но все-таки компании склонны относиться к ним как к святой истине. И совершенно понятно, почему — просто неоткуда взять более надежную информацию. А поскольку степень загруженности производственных мощностей чаще всего не оставляет резерва на маневрирование, который позволил бы реагировать на изменения, приходится полагаться на прогноз, который неизбежно оказывается в той или иной степени неверным.

Что произойдет, если из-за слишком малого количества избыточной мощности вы будете вынуждены опираться на прогноз продаж? Вот пример.

В 1998 г. компания AT&T предприняла попытку увеличить свою долю на развивающемся рынке сотовой связи и для этого с большой помпой ввела новый тариф Digital One с единой ставкой за минуту разговора по сотовому телефону для любых звонков в пределах США — как местных, так и междугородних. Реакция превзошла все ожидания отдела маркетинга, и коммуникационное оборудование компании не могло справиться с возросшей нагрузкой. Тысячи абонентов — новых и старых — не могли дозвониться на сотовые номера AT&T, а если и дозванивались, то звонок обрывался. В результате начался массовый переход разочарованных клиентов к другим операторам, который сопровождался эпидемией коллективных исков. Репутация компании среди прошлых, нынешних и будущих абонентов была испорчена<sup>1</sup>.

Как видим, недостаток защитных мощностей и чрезмерная зависимость от прогнозов могут привести к весьма серьезным последствиям.

## **Дилемма поддержания избыточной мощности**

Почему так сложно поддерживать избыточную мощность? Первая причина заключается в том, что высшее руководство обычно считает «лишние» ресурсы расточительством: стакан не полон наполовину, не пуст наполовину, а просто в два раза больше, чем нужно!

Мышление в категориях локальной эффективности (следствие применения метода отнесения затрат в бухгалтерском учете) приводит к тому, что простаивающие мощности рассматриваются только в связи с затратами, а не с прибылями. Поэтому руководство традиционно настаивает на максималь-

---

<sup>1</sup> Harris, Nicole. Frustrated Love: As Americans Bond with Cellular Phones, More Fail to Connect. The Wall Street Journal, July 19, 1999. P. A1.

ной загрузке ресурсов. Это значит, что время простоев (резерв мощности) расходуется на работу, не необходимую для выполнения подтвержденных приносящих доход заказов, — другими словами, на производство продукции на склад: «пока у нас нет подтвержденных заказов, мы будем производить продукцию на черный день и создавать имитацию бурной деятельности». Тем самым защитная мощность (страховка от неопределенности) распыляется — зато ресурсы работают эффективно (хотя, может быть, и без пользы).

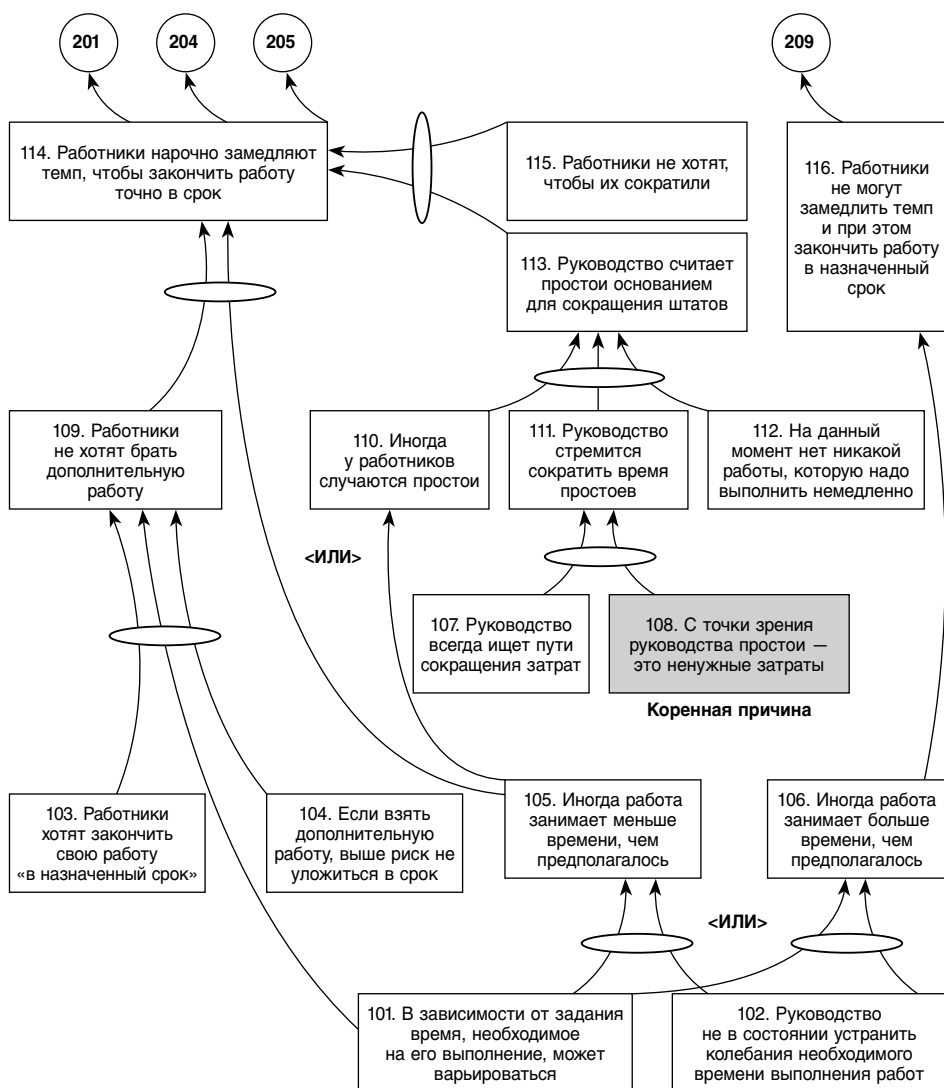
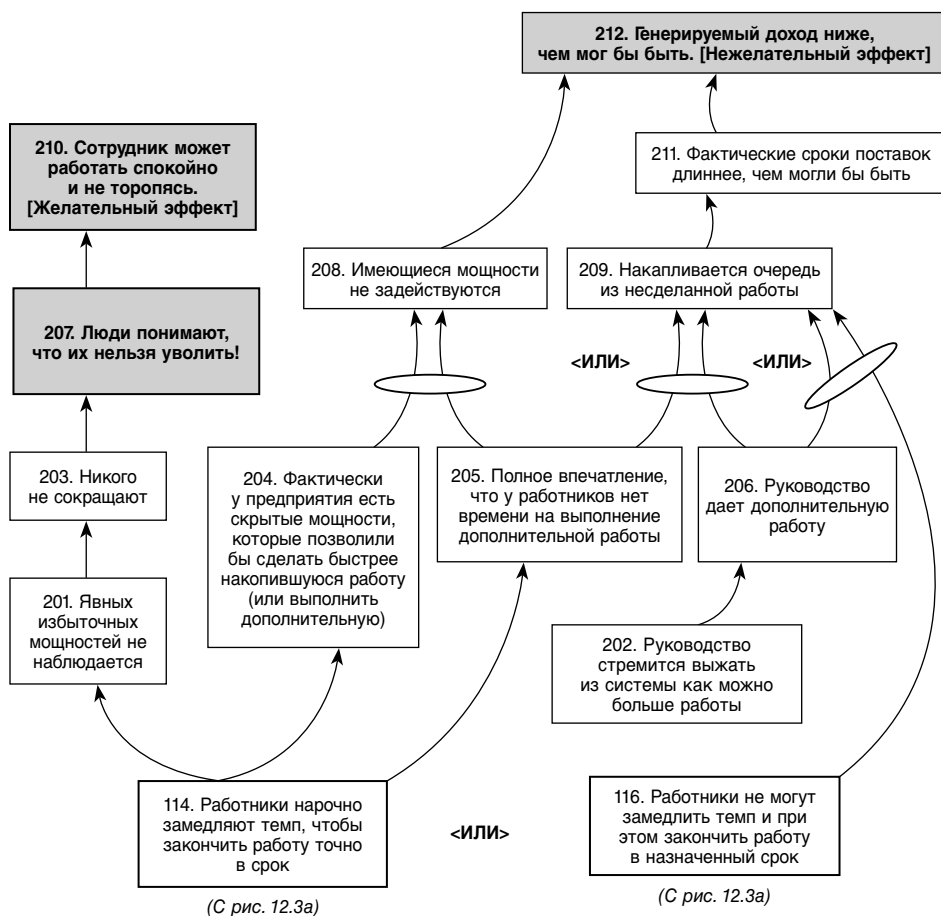


Рис. 12.3а. Закон Паркинсона в приложении к избыточным мощностям

Ориентация на затраты влияет не только на использование рабочей силы. Выявленные избыточные мощности очень часто сокращаются, что приводит к увольнению персонала! Поэтому сотрудники обычно стараются скрыть наличие дополнительных мощностей и нарочно растягивают выполнение каждой операции, чтобы не казалось, что им нечем заняться. Здесь действует так называемый закон Паркинсона — объем работы возрастает в той мере, в какой это необходимо, чтобы занять выделенное на нее время. Дерево причинно-следственных связей для закона Паркинсона в производственной среде, приведенное на рис. 12.3 (а и б), наглядно объясняет тот механизм, благодаря которому избыточные мощности остаются надежно спрятанными. Обратите внимание: возникающие эффекты желательны для персонала, но крайне нежелательны для компании в целом.



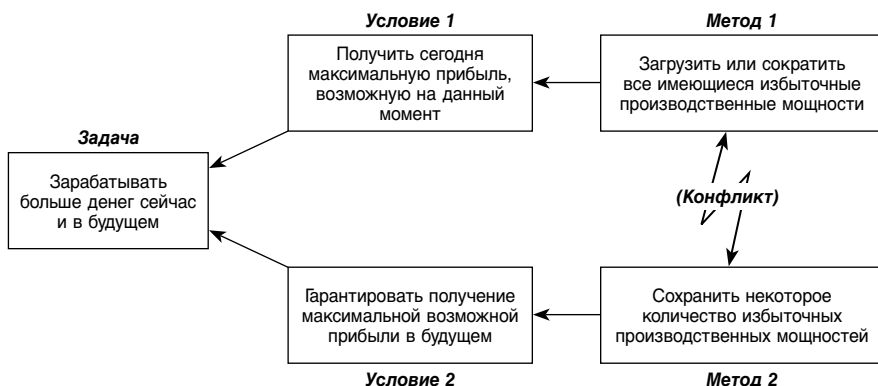
**Рис. 12.36. Закон Паркинсона в приложении к избыточным мощностям**

## Конфликт, связанный с избыточной мощностью

Итак, перед нами, как и в главе 7, вновь гамлетовская дилемма. На сей раз вопрос звучит так: поддерживать или не поддерживать избыточные мощности? Соответствующий конфликт представлен на рис. 12.4.

### ДОПУЩЕНИЯ:

1. Неиспользуемая (избыточная) мощность — это ненужные расходы.
2. Мы всегда можем загрузить избыточную мощность с помощью дополнительных заказов.
3. Мы точно знаем свою потребность в защитной (реально необходимой избыточной) мощности.
4. Мы можем получать избыточную мощность всякий раз, как она понадобится.



### ДОПУЩЕНИЯ:

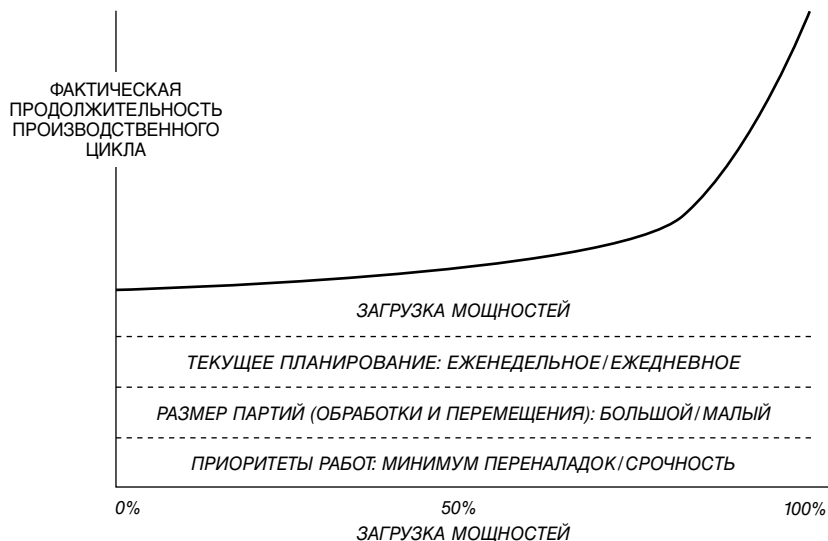
5. Затраты на избыточную мощность часто меньше потерь от упущенных возможностей.
6. Мы не знаем в точности, сколько нам нужно защитной мощности.
7. Мы не можем получить защитную мощность ровно в тот момент, когда она понадобится.
8. Если мы научимся быстро реагировать на ситуацию, на рынке для нас откроются новые возможности.
9. Неопределенность и изменчивость есть всегда.
10. Избыточная мощность нужна, чтобы справляться с неопределенностью и изменчивостью.
11. Тот, кто не умеет справляться с неопределенностью и изменчивостью, может — и будет — срывать сроки.
12. Если мы будем постоянно срывать сроки, клиенты уйдут от нас к другим поставщикам.
13. Если клиенты уходят от нас к другим поставщикам, это вредно для нашего будущего генерируемого дохода.

**Рис. 12.4. Конфликт, связанный с избыточными мощностями**

Мы уже видели, к чему способен привести недостаток защитных мощностей: удлиняется производственный цикл; снижается своевременность поставок; теряется гибкость, и становится сложно выполнять индивидуальные заказы, поддерживать широкий ассортимент и высокое качество продукции; из-за плохого обслуживания клиентов страдает репутация компании (как произошло с AT&T, рядом коммерческих авиакомпаний и т. д.). Заметьте, мы лишаемся ровно тех возможностей, которые дает нам резерв мощности, — они перечислены в дереве будущей реальности на рис. 12.2.

## Производственные правила и продолжительность производственного цикла

Вот интересный феномен, касающийся взаимосвязи между правилами, которое устанавливает руководство предприятия, и фактическим временем производственного цикла (рис. 12.5). Оказывается, это время линейно зависит от всех тех факторов, которые мы учитываем в ББК, за исключением одного.



**Рис. 12.5. Влияние различных производственных политик на фактическую продолжительность производственного цикла**

Если составлять график производственных заказов раз в неделю, а не каждый день, к фактическому времени производства будет добавляться постоянная величина. К аналогичному эффекту приводит и укрупнение партий обработки и перемещения, и ранжирование заказов не по срокам сдачи, а так, чтобы уменьшить число переналадок оборудования. Только для загрузки производственных мощностей зависимость не носит линейного характера. Пока загрузка ниже 80%, продолжительность производственного цикла с ее увеличением существенно не растет, но сразу за этим порогом начинается резкий рост, который усиливается по мере приближения загрузки к 100%.

Перейдя к ежедневному планированию, мы опустим нашу кривую на постоянную величину. Она опустится еще ниже, когда мы уменьшим размер партий и начнем ранжировать заказы по сроку сдачи. Но, похоже, самый весомый вклад в сокращение фактического времени производства способен внести поддержание загрузки мощностей на более низком уровне, чем 90%, — на что руководство, конечно же, имеет полное право.

## Избыточная мощность: новый подход

В идеальном мире для разрешения описанного конфликта достаточно было бы просто узнать, какой именно объем избыточных мощностей необходим для адекватного подчинения требованиям рынка. Вряд ли подобное когда-нибудь произойдет в реальности, но руководители предприятий очень часто ведут себя так, как будто знают правильный ответ. При этом они исходят из трех ложных допущений:

1. Можно заранее узнать размер реально необходимого запаса мощности.
2. Избыточными мощностями легко манипулировать так, как требуется.
3. Единственный способ решить дилемму избыточной мощности заключается в нахождении приемлемого компромисса.

Как же нам обосновать свою точку зрения о том, что избыточные мощности нужно сохранять, а не ликвидировать (согласно рекомендациям, вытекающим из методики управленческого учета затрат)? Для этого следует сделать акцент на потенциальном повышении генерируемого дохода за счет новых возможностей, открывающихся для бизнеса. Избыточные мощности позволяют сократить продолжительность производственного цикла. Быстрота — важное конкурентное преимущество, которое смогут использовать службы сбыта и маркетинга.

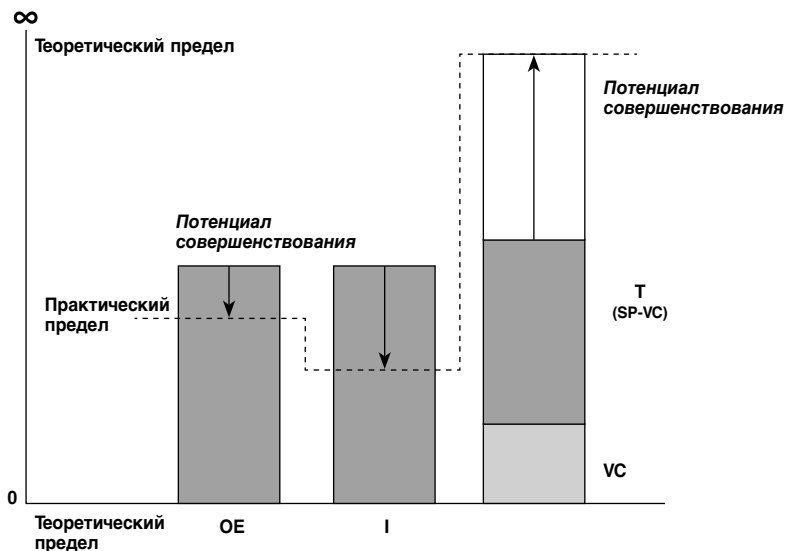


Рис. 12.6. Управление на основе T, I и OE

Иногда, чтобы предложить заказчикам новые преимущества, нужна только дополнительная мощность — и ничего более. Очень часто поставщик указывает минимальный размер партии. Применение такого правила оправдано лишь в случае, если заказы на малые партии отнимают у какого-либо ресурса столько мощности, что он превращается в ограничение. Способность поставщика выполнять заказы на малые партии полезна для покупателя, поэтому она поможет вам привлечь гораздо больше клиентов, продать больше продукции, а также составить существенно лучшее, чем раньше, представление о тенденциях, существующих на рынке. При производстве по индивидуальному заказу материалы часто не меняются, и для выполнения заказа не нужно ничего, кроме дополнительной мощности (на переналадки). С избыточными мощностями компания может выйти в новый сегмент рынка, а без них путь туда закрыт.

Помните диаграмму, приведенную на рис. 12.6? Она уже появлялась в главе 3 (рис. 3.3). Возможности (и масштабы) увеличения  $T$  всегда больше, чем возможности снижения  $OE$  и  $I$ . Вдобавок никогда не известно, насколько пострадает способность предприятия к генерированию дохода при сокращении вложений и операционных расходов.

## **Общие причины, почему избыточные мощности остаются скрытыми**

Не одни лишь рабочие стараются скрыть избыточные мощности — руководители это тоже делают, обычно с помощью политических ограничений. К таким ограничениям относится акцент на эффективности, который приводит к увеличению размеров партий обработки. Вдобавок руководители настаивают, чтобы продукция передавалась с участка на участок целыми партиями, — при этом у них создается ложное ощущение владения ситуацией: действительно, всё вместе, всё вроде бы на виду, а значит, под контролем. Приняв растянутые из-за таких правил сроки как образ жизни, мы переходим к производству на склад или по прогнозу, не пытаясь производить как можно больше продукции на заказ (а на склад — только при крайней необходимости).

## **Мышление в категориях затрат и избыточная мощность**

Мышление в категориях затрат — неотъемлемая часть учета методом полного отнесения затрат. Оно укрепляет синдром локальной эффективности, поскольку если цена товаров определяется на основании полного распределения постоянных затрат, то норма прибыли снижается. В результате создается впечатление, что единственный способ увеличить норму прибыли состоит в сокращении издержек, которое достигается благодаря... повышению эффективности!

Весьма предвзятой оказывается при этом и оценка новых возможностей на рынке. Допустим, мы установили, что продажи некоторого нового продукта для нового сегмента рынка, по-видимому, не покроют расходов на его разработку. Очевидно, появятся возражения против дальнейшей разработки, причем они могут поступить тогда, когда продукт уже практически готов, а отведенные средства потрачены. Даже если у компании достаточно незадействованных мощностей, вполне могут звучать голоса против запуска нового продукта в производство, — иначе говоря, против того, чтобы загрузить простаивающие мощности продуктивной работой, а не выплачивать стоимость владения ими, не получая взамен вообще ничего.

Заметим, что при учете краткосрочных затрат очень часто не принимается во внимание потенциальная выгода от активного присутствия в нескольких сегментах рынка, которая на самом деле очень важна. Такое присутствие помогает сгладить эффект от резких перепадов рыночного спроса, нередко губительный для предприятий, ориентирующихся на какой-либо один рыночный сегмент или нишу. Тот, кто обслуживает несколько сегментов, в случае падения спроса в одном из них потеряет не все свои доходы, а лишь часть и с большей вероятностью удержится на плаву. Можно более эффективно организовать использование ограничения. К сожалению, людям свойственно жертвовать стратегическими преимуществами ради сиюминутной экономии.

Компании обычно подчиняют всю свою деятельность (включая удовлетворение потребностей клиентов) повышению эффективности ресурсов, у которых есть — и должны быть — запасы мощности. Все правила, о которых мы сейчас говорили, исходят из ошибочного представления о том, что неиспользуемые мощности равносильны ненужным затратам.

## **Излишек избытка**

Конечно же, бывают случаи, когда избыток чего-либо слишком велик и действительно становится лишним. В случае производства это означает, что он не дает организации дополнительного дохода. Как распознать такую ситуацию? Если, используя управление буфером, мы практически никогда не находим «почти просроченных» заказов, застрявших за защищенным ресурсом, можно сделать вывод, что там у нас есть незадействованные мощности. Помните: мощности можно считать действительно лишними только при условии, что их ликвидация никак не скажется на генерируемом доходе.

Сокращение лишних мощностей и добавление в систему избыточных мощностей — прямо противоположные действия. Первое обычно намного проще, чем второе, и в обоих случаях наблюдаются сопутствующие эффекты. Следует учитывать, что производственные мощности поступают (а обычно и уходят) только большими «кусками». Будьте предельно осторожны, сокращая лишние мощности, — особенно если это на самом деле люди. Сотрудники,



сохранившие за собой рабочие места, сделают из сокращения свои выводы, и закон Паркинсона снова начнет действовать.

С другой стороны, осторожность нужна и при вводе дополнительных мощностей. Есть ли убедительные доводы в пользу того, что они нужны? Достаточно ли вески эти доводы? Будут ли дополнительные мощности реально способствовать повышению генерируемого дохода? Теряем ли мы сейчас прибыль из-за недостатка защитных мощностей?

Все эти вопросы руководство должно задать себе, прежде чем бросаться закупать дополнительные мощности. Мы советуем:

1. Если вы думаете *избавиться* от лишних мощностей, прежде чем принимать решение, убедитесь, что они точно вам не понадобятся.
2. Если вы думаете *ввести* дополнительные мощности, убедитесь, что (а) они действительно нужны (дополнительный генерируемый доход, полученный с их помощью, оправдывает вложенные средства) и (б) вы не проглядели имеющиеся у предприятия скрытые мощности.

## Как подготовиться к вводу дополнительных мощностей

Теперь давайте представим себе, что вы убеждены: дополнительные мощности принесут вам новые возможности, а не долги. Ради того, чтобы воспользоваться этими возможностями, вы готовы изменить свой способ ведения бизнеса и пересмотреть правила производства. Но прежде чем начинать преобразования, следует выполнить несколько предварительных шагов. Вот они:

1. Убедитесь, что все понимают, зачем это нужно, — особенно в том, что никто не боится неприятностей (таких как сокращение штатов) в связи с избыточными мощностями или простоями.
2. Убедитесь, что вы знаете, какой ресурс в настоящее время является ограничением, а какой может стать таковым в ближайшем будущем, — т. е. куда сместится ограничение системы, если ввод дополнительных мощностей приведет к его сдвигу.
3. Убедитесь, что РОМ не будет перегружен в процессе перехода к новым правилам.
4. Убедитесь, что изменения правил не приведут к появлению нового РОМ, — если это не является вашей целью. Иногда мы можем попытаться намеренно сместить ограничение системы в другое место. В таком случае убедитесь, что имеющийся у вас механизм контроля позволит своевременно выявить возникновение нового ограничения.
5. И последнее: постоянно ищите, как можно было бы использовать вновь обнаруженные избыточные мощности для увеличения генерируемого дохода. Мало что может разочаровать сильнее, чем выявление скрытой мощности, которая в настоящий момент не востребована! Однако убе-

дитесь, что правильно настроили контроль красной линии, и не переставайте внимательно следить за планируемой загрузкой. Это позволит вам избежать исчерпания защитной мощности и предохранит производственную систему от появления взаимодействующих ограничений.

## Как выявить избыточные мощности

Итак, мы готовы осваивать избыточные мощности. Как же нам их найти — ведь известно, что большинство производственных предприятий располагают скрытыми мощностями?

Во-первых, требуется изменить внутреннюю культуру организации — перестать мыслить в терминах затрат и ориентироваться на генерируемый доход. Каждый должен спрашивать себя не о том, сколько он сегодня помог сэкономить, а о том, сколько помог заработать. Во-вторых, следует применить пять направляющих шагов — использовать ограничение системы, подчинив этой задаче остальную работу. В-третьих, необходимо контролировать целевые показатели для подчинения: сроки сдачи, качество продукции, уровень использования ограничения (внешнего или внутреннего). Наконец, в-четвертых, нужно ограничиться только удовлетворением конкретных текущих запросов рынка. Нельзя накапливать то, чего не купят сейчас (или сравнительно скоро). Это касается как использования, так и подчинения. Единственное исключение — ситуация, когда вы точно знаете, что в ближайшее время спрос существенно превысит возможности предприятия. В этом случае допустимо создание минимальных запасов готовой продукции или полуфабрикатов для сборки на заказ.

## Выводы

Попробуем обобщить то, о чем говорилось в главах 10–12. Во-первых, упрощенную версию метода «барабан–буфер–канат» (УББК) легче применять для управления производством, чем его традиционный вариант. Для успешного применения ББК нужен контроль, обязательным условием которого является раннее оповещение; однако буферы не обеспечивают всего, что необходимо.

Чтобы удовлетворять запросы клиентов, необходимо на всех этапах производственного цикла предусмотреть определенный резерв мощности. Даже РОМ нуждается в некотором объеме незадействованной защитной мощности, а для не-ограничений этот объем должен быть больше, чтобы сохранять гибкость, позволяющую реагировать на внутренние отклонения и внешнюю неопределенность. Однако часть избыточных мощностей можно использовать для генерирования дополнительного дохода, тем более что увеличение генерируемого дохода предлагает гораздо больший потенциал для роста рентабельности, чем сокращение издержек.

# ЧАСТЬ 4

## Оптимизация решений



## Глава 13

# ГЕНЕРИРУЕМЫЙ ДОХОД КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

**О** принятии решений на основе генерируемого дохода (Throughput-Based Decision Support, TBDS) мы говорили еще в главе 3, в связи с использованием показателей генерируемого дохода, вложений и операционных расходов при принятии оперативных решений, а также при определении долгосрочных перспектив. Но для практического применения метода TBDS недостаточно иметь о нем поверхностное представление. Поэтому нам пора заняться финансовыми аспектами теории ограничений.

### Проблема руководства

При принятии управленческих решений сложнее всего разрешить конфликт между глобальной организационной системой и локальными подразделениями и процессами, которые осуществляют повседневную работу. Организации добиваются успеха как целостные системы, а не как совокупности разрозненных процессов. Но компании обычно подразделяются на отделы и филиалы, между которыми распределяются функции. Обычно это делается для того, чтобы упростить управление большой сложной системой.

Однако когда происходит такое деление, части системы нередко теряют общую картину и перестают видеть систему в целом. Чаще всего они в состоянии более или менее отчетливо разглядеть лишь свою область и соседние этапы процесса. Чем масштабнее и сложнее организация, тем выше вероятность того, что это случится.

Разбиение системы на части, предпринятое ради простоты управления, неизбежно становится источником разнообразных сложностей. Причина тому — неверное предположение, которое мы обсуждали в самом начале книги: эффективность системы в целом равна сумме эффективностей ее

составляющих. Мы знаем, что оно ошибочно, но многие компании — пожалуй, большинство — действуют так, как если бы оно было справедливым. Отметим, что работа руководителей функциональных подразделений оценивается и поощряется в зависимости от того, насколько эффективно они управляют своим подразделением, а не от их вклада в общий успех организации. Во многих случаях они не вполне ясно представляют себе и недостаточно понимают взаимосвязи, определяющие успешность системы в целом.

Что касается глобального успеха системы, то он всегда оценивается по финансовым критериям — используются такие показатели, как чистая прибыль, рентабельность инвестиций, денежный поток. А вот к результатам работы функциональных подразделений часто применяют нефинансовые или не чисто финансовые оценки. Типичные показатели здесь — объем производства (в натуральном выражении), процент брака, процент недоделок, надежность поставок (процент своевременно сданных заказов), объем продаж (иногда в денежном выражении, но обычно в натуральном), выход продукции (в процентах).

Итак, высшие руководители сложных организаций обычно предполагают, что, сложив локальные показатели эффективности, можно получить общую эффективность организации. Им, кроме того, представляется, что они выбрали правильные показатели для оценки локальной эффективности, а значит, наилучшие значения этих показателей на всех этапах автоматически обеспечат самые высокие финансовые результаты по компании в целом. Наконец, они уверены, что, если свести к минимуму все издержки в организации, ее рентабельность повысится.

Все это, как мы могли убедиться из предыдущих глав, заблуждения. В действительности локальные показатели эффективности не имеют значения, за исключением тех, которые характеризуют работу ресурса ограниченной мощности (РОМ). Большинство нефинансовых показателей, используемых для оценки локальной эффективности, не связаны логически с глобальными финансовыми результатами: чистой прибылью, рентабельностью инвестиций, денежным потоком, а погоня за сокращением затрат может на деле нанести вред эффективности системы в целом (например, если сэкономленные средства не оправдают потери генерируемого дохода).

## **Сложная задача руководства**

Чтобы добиться настоящего синергетического эффекта в организации, руководители должны найти способ прогнозировать и точно измерять влияние решений, принимаемых на локальном уровне — в функциональных подразделениях, — на глобальные финансовые результаты компании.

Что, например, произойдет с чистой прибылью, если будет принято решение изменить структуру отдела управления персоналом? Как отразится

на этом показателе (или на денежном потоке) решение провести (или не проводить) дополнительную переналадку фрезерного станка? Как повлияет решение отказаться завтра от сверхурочной работы на рентабельность инвестиций в текущем квартале?

Чтобы точно знать, что решение, принятое на локальном уровне, действительно способствует достижению общей цели компании (которая, как мы предполагаем, для большинства производственных предприятий состоит в зарабатывании денег), необходимо понимать, как подобные решения на самом деле влияют (и влияют ли вообще) на глобальные финансовые показатели организации. Тем самым руководство нуждается в новом наборе показателей, который усовершенствовал бы процесс принятия решений на всех уровнях. Эти показатели должны быть простыми, понятными, обеспечивать ясную и однозначную связь между локальными решениями и глобальной эффективностью. Тогда руководители подразделений смогут правильно определять меры по использованию ограничений и подчинению ресурсов, и принимаемые ими решения будут повышать эффективность организации в целом, а не отдельных участков работы.

## Традиционные финансовые показатели

Почему традиционные показатели эффективности не подходят для принятия решений на локальном уровне? Давайте рассмотрим их чуть подробнее.

Чистая прибыль (Net Profit, NP) — это разность между суммарной выручкой и суммарными расходами за определенный период времени. Очень часто ее переводят в норму прибыли на единицу продукции. Рентабельность инвестиций (Return on Investment, ROI) — это частное от деления чистой прибыли на сумму средств, потраченных на получение этой прибыли. Чем же нас не устраивают эти показатели?

Дело в том, что они позволяют успешно охарактеризовать цель коммерческой организации, но не помогают руководителям подразделений принимать верные решения — ни на локальном уровне, ни на уровне организации в целом.

Давайте рассмотрим пример. Если клиент просит дать ему скидку 5% на очень крупную партию продукции, нужно ли нам соглашаться? Если внезапно появится срочный заказ, следует ли переналадить под него оборудование или лучше отложить этот срочный заказ? Можете ли вы быстро ответить, как повлияет то или иное решение на чистую прибыль и рентабельность инвестиций компании? В каком случае эти показатели повысятся, а в каком снизятся? Не правда ли, не так уж просто связать глобальные финансовые оценки с повседневными решениями?

В большинстве коммерческих организаций повседневные решения нельзя прямо связать со стандартными финансовыми показателями эффективности. Поэтому компании зачастую вводят в качестве замены промежуточные по-

казатели, призванные помочь руководителям подразделений в принятии решений. Таковы прибыль на единицу продукции, затраты на единицу продукции, различные коэффициенты эффективности и их варианты. Конечно, эти промежуточные показатели выглядят значительно более удобными, чем традиционные, но действительно ли они лучше помогают принимать верные решения — те, которые принесут пользу организации в целом?

## Финансовые показатели ТОС

Теория ограничений предлагает альтернативный набор финансовых показателей, которые упрощают принятие как повседневных решений на локальном уровне, так и решений на более высокого уровня<sup>1</sup>. Основное внимание в управлении ограничениями уделяется генерируемому доходу (Throughput, T).

Генерируемый доход определяется как скорость, с которой организация зарабатывает деньги (см. Goldratt, 1990). Можно также считать, что это *добавленная стоимость, создаваемая компанией*. С математической точки зрения генерируемый доход представляет собой разность между суммарным доходом и суммарными переменными затратами. Эти переменные затраты состоят в основном из расходов на сырье, но также могут включать комиссионные с продаж, стоимость гарантийного ремонта/замены, транспортные расходы. В них не входят ни зарплаты основного или вспомогательного персонала (если только оплата труда не является чисто сдельной), ни иные накладные расходы.

Никакие из так называемых фиксированных затрат в составе переменных расходов не учитываются. Если расход исчисляется за единицу времени (час, день, неделю, месяц, квартал и т. д.), то невозможно считать, что он меняется в зависимости от количества реализованной продукции.

Также отметим, что генерируемый доход — это только новые средства, поступающие в компанию (обычно в результате продажи готовой продукции внешним покупателям). Он не учитывает материальные ценности, передаваемые по трансфертным ценам внутри компании (между ее подразделениями или филиалами).

Еще два уникальных финансовых показателя ТОС относятся к стоимости генерации дохода. Это вложения (Inventory/Investment, I) и операционные расходы (Operating Expense, OE).

Вложения — это все средства, вкладываемые системой в имущество и материалы, используемые для производства продуктов или предоставления услуг, которые система планирует продать. Операционные расходы — сред-

---

<sup>1</sup> Более подробное описание методов финансового учета с применением показателей генерируемого дохода, вложений и операционных расходов можно найти, например, в работах: Corbett, 1998; Noreen, Smith, Mackey, 1995; Smith, 2000.



ства, затрачиваемые системой на то, чтобы превратить вложения в генерируемый доход (см. Goldratt, 1990).

Еще один способ интерпретации этих трех показателей:

- Генерируемый доход — это все средства, поступающие в компанию.
- Вложения — это все средства, связанные внутри системы, материальные активы компании.
- Операционные расходы — это все средства, выплачиваемые компанией.

## **Связь между традиционными финансовыми показателями и показателями ТОС**

Связь между финансовыми показателями ТОС и традиционными финансовыми показателями очень проста. Чистая прибыль — это генерируемый доход минус операционные расходы ( $NP = T - OE$ ). Генерируемый доход, в свою очередь, равен разности между суммарным доходом от реализации и суммарными переменными затратами. В  $T$  по определению не включается зарплата основного (а также вспомогательного) персонала, если только она не начисляется сдельно. Обратите внимание, что операционные расходы — все постоянные затраты — вычитаются *после* расчета генерируемого дохода, а не в процессе этого расчета. Рентабельность инвестиций — это чистая прибыль, поделенная на вложения ( $ROI = NP/I$ ). Многие решения, принимаемые как на локальном, так и на высшем уровне, влияют на величину генерируемого дохода.

Очень важно никогда не забывать, что  $T$  — это доход, он измеряется в долларах (или иных денежных единицах). Хотя  $T$  тесно связан с объемом производства, между этими двумя показателями есть важное различие. Объем производства выражается в некоторых натуральных единицах, а генерируемый доход — его денежный эквивалент. Например, что бы вы выбрали: фунт золота или фунт перьев? Важен именно объем в денежном, а не в натуральном выражении.

Объем производства — это количество выпущенных товаров или оказанных услуг в натуральных единицах, например в тоннах или в штуках. Генерируемый доход — это финансовое выражение некоторого объема производства. Он всегда считается в денежных единицах долларах, фунтах стерлингов, евро, шекелях, драмах, реалах, рупиях или песо<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Используемое нами определение генерируемого дохода относится только к коммерческим организациям, т.е. компаниям, цель которых — заработать деньги. Поскольку генерируемый доход представляет собой меру успеха в достижении цели, он и выражается в целевых единицах, а в данном случае это деньги. Некоммерческие организации также могут оценивать свои результаты с помощью показателей  $T$ ,  $I$  и  $OE$ , но им следует измерять и выражать  $T$  в других, не денежных единицах.

## Принятие решений на базе Т, I и ОЕ: пример

Теперь давайте рассмотрим механизм TBDS. Как руководитель подразделения может использовать Т, I и ОЕ для выработки верных управленческих решений? Возьмем в качестве примера ситуацию, которая была упомянута чуть выше:

*Клиент просит дать ему скидку 5% на очень крупную партию продукции. Следует ли согласиться?*

Из определений Т, I и ОЕ видно, что снижение цены повлияет на Т и не повлияет ни на I, ни на ОЕ. Эти расходы мы уже понесли. Таким образом, чтобы узнать, стоит ли соглашаться на продажу продукции по сниженной цене, нужно определить, как в результате изменится Т. Изменение Т рассчитывается за некоторый период времени (неделю, месяц, квартал и т.д.).

Первый из двух основных вопросов, на которые нам нужно ответить, касается ближайшей перспективы. Будет ли суммарный доход от снижения цены меньше, чем сумма переменных издержек на производство заказа? Потеряем ли мы Т в краткосрочной перспективе, согласившись на этот заказ? Придется ли нам отказаться от более выгодного заказа, потому что РОМ уже будет полностью загружен? Если ответ утвердительный, то нам, скорее всего, не стоит принимать данный заказ, но есть и исключение из этого правила. Можно выиграть битву, но проиграть войну. Если, получив меньше генерируемого дохода сегодня, мы сможем значительно увеличить его в будущем — настолько, чтобы возместить кратковременную потерю, — то заказ следует принять. Помните, цель — зарабатывать больше денег *сегодня и в будущем*.

Это закономерно приводит нас ко второму вопросу — о влиянии решения на будущий генерируемый доход. Придется ли нам в дальнейшем сохранять эту сниженную цену? Будем ли мы вынуждены предложить аналогичные условия другим клиентам? Если да, от заказа определенно следует отказаться. Если мы введем такую скидку для определенной категории заказчиков (или для всех), то в долгосрочной перспективе генерируемый доход, скорее всего, пострадает. Как видите, для успешной оценки вариантов решения иногда полезно взглянуть на ситуацию в более отдаленной перспективе.

Подведем итог. Общее правило: если даже при снижении цены суммарный доход от заказа превышает сумму переменных издержек на его выполнение, то такой заказ следует принять, — при условии, что наше решение не повлечет за собой скидки для других заказчиков.

Исключение — ситуация, когда у нас есть ресурс ограниченной мощности (РОМ), который мы можем на то же время загрузить выполнением более прибыльного (приносящего больше Т) заказа. Другими словами, наши возможности могут быть ограничены, и тогда мы станем сравнивать разные варианты, выясняя, какой из них лучше, т.е. позволит заработать больше Т. Обсудим соответствующее правило принятия решений более подробно.

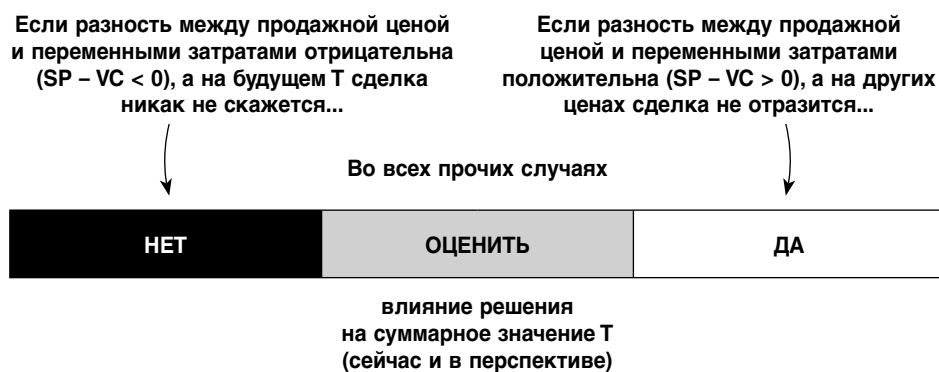


Рис. 13.1. TBDS: решение вопроса о скидке

Схематическое изображение ситуации приведено на рис. 13.1. Если разность между продажной ценой (Selling Price, SP) продукта и переменными затратами (Variable Costs, VC) на его производство — отрицательное число, а на будущие значения  $T$  сделка не повлияет, от нее следует отказаться. Если эта разность положительна и сделка не повлияет на другие цены, следует согласиться. Во всех прочих случаях необходимо дополнительно оценить влияние решения на суммарный генерируемый доход.

## Расчет влияния на финансовые показатели

Итак, один из самых важных вопросов, над которыми стоит задуматься, — это совпадут ли результаты при использовании традиционных финансовых методов, основанных на калькуляции затрат, и TBDS. Цифры практически во всех случаях будут различны, хотя окончательные выводы (принять заказ или нет) могут получиться и одинаковыми. Однако в некоторых ситуациях решение на основе генерируемого дохода окажется положительным, в то время как традиционные методы управленческого учета (по себестоимости) дадут отрицательный — и ошибочный — ответ.

Причина несовпадения результатов заключается в том, что при использовании традиционных методов учета в себестоимость продукции включаются не только переменные, но и очень многие постоянные затраты. В результате калькуляция может показать, что при снижении цены на 5% рентабельность упадет до нуля. Стандартная рекомендация в таких случаях — отказаться от сделки, хотя в действительности она способна положительно повлиять на генерируемый доход.

Рассмотрим простой, но показательный пример. Пусть у нас есть изделие, которое мы продаем по цене \$88 за штуку. Переменные затраты составляют \$45 за штуку. Постоянные накладные расходы компании (включая зарплату

основного и вспомогательного персонала) составляют \$6000 в неделю, прогнозируемый спрос на изделие — 150 штук в неделю.

В рамках традиционного учета по себестоимости мы были бы должны вычесть \$45 переменных затрат из цены за единицу продукции (выручки), а затем распределить суммарные накладные расходы среди того объема продукции, который планируется реализовать ( $\$6000/150 = \$40$ ). Вычтя из выручки на единицу продукции \$40 накладных расходов, мы получили бы значение удельной валовой прибыли \$3 (см. рис. 13.2).

	Традиционный учет затрат	TBDS
<b>Выручка</b>	<b>\$88,00</b>	<b>\$88,00</b>
<b>Переменные затраты</b>	<b>\$45,00</b>	<b>\$45,00</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>\$40,00</b>	<b>N/A</b>
<b>Валовая прибыль</b>	<b>\$3,00</b>	<b>N/A</b>
<b>Генерируемый доход</b>	<b>N/A</b>	<b>\$43,00</b>

**Рис. 13.2. Различие между традиционным учетом затрат и TBDS**

При использовании TBDS мы просто вычтем \$45 переменных затрат из цены за единицу продукции и получим удельный генерируемый доход — \$43. Не следует, однако, забывать, что валовая прибыль и чистая прибыль — не одно и то же. Что происходит в TBDS с накладными расходами? Запомните этот вопрос — совсем скоро мы на него ответим.

Предположим для определенности, что рыночный спрос сейчас составляет 150 единиц продукции в неделю. К нам пришел новый заказчик, который хочет купить еще 50 единиц со скидкой 5%. У нас достаточно мощности, чтобы выполнить этот заказ, не закупая дополнительное оборудование, не нанимая новых работников и не добавляя сверхурочную работу. Спрашивается, заработаем мы на этом заказе деньги или потеряем?

Попробуем сначала рассчитать результаты с помощью традиционных методов бухгалтерского учета (рис. 13.3). Если мы дадим скидку 5%, новая отпускная цена составит \$83,6. Переменные затраты не изменятся — они будут равны \$45. Удельные накладные расходы также останутся прежними — \$40<sup>1</sup>. Вычтя эти два значения из \$83,6, получим –\$1,4, а умножив результат на объем заказа (50 единиц продукции), выясним сумму убытка — \$70! Разумеется, мы не возьмем такой заказ!

<sup>1</sup> Хотя объем производства вырос, перераспределение накладных расходов вряд ли произойдет немедленно — скорее всего, придется ждать до следующего года.

Продажная цена	\$83,60
Переменные затраты	\$45,00
Накладные расходы	\$40,00
Прибыль на единицу продукции	<-\$1,40>
Объем нового заказа	×50
Убыток от нового заказа	<\$70,00>

**Рис. 13.3. Расчет по традиционной методике**

Посмотрим теперь, какой ответ даст расчет по методу TBDS (рис. 13.4). Сначала вычтем \$45 переменных затрат из \$83,6 (новой цены со скидкой) и определим удельный генерируемый доход — \$38,6. Мы знаем, что текущий рыночный спрос на наше изделие составляет 150 штук в неделю по \$88 за штуку, и мы не обязаны снижать цену по этим поставкам. Нашему новому заказчику нужно еще 50 штук в неделю по цене \$83,6 за штуку. Общая сумма  $T$  для нового потенциального заказа составит \$1930 ( $\$83,6 - \$45 = \$38,6$ ;  $\$38,6 \times 50 = \$1930$ ). В общей сложности прогнозируемый  $T$  по старым и новым заказам равняется, таким образом, \$8380.

Теперь вспомним о постоянных накладных расходах — \$6000 в неделю. Мы не тратим дополнительные средства на оборудование, людей и оплату сверхурочных работ (у нас и так достаточно мощностей, чтобы выпустить дополнительно 50 единиц продукции), т. е. не несем дополнительных операционных расходов. Если мы не примем заказ, наша текущая чистая прибыль ( $T - OE$ ) составит  $\$6450 - \$6000 = \$450$ , если же все-таки примем —  $\$8380 - \$6000 = \$2380$ . Другими словами, не последовав рекомендации, вытекающей из расчета по традиционной методике, мы получим дополнительную прибыль в размере \$1930! Или наоборот: последовав этой рекомендации, мы упустим возможность увеличить свою прибыль более чем в четыре раза!

Единственное существенное различие между двумя расчетами заключается в том, что в первом случае мы разнесли постоянные затраты по единицам реализованной продукции, а во втором рассматривали эти затраты особо — вычли их из общей суммы генерируемого дохода (выручка минус переменные затраты), которую перед тем рассчитали. Разнеся постоянные затраты, мы упустили из виду ключевой вопрос: потратим ли мы дополнительные реальные деньги, если примем заказ? Мы просто сразу предположили, что да, а это не соответствует действительности. Поэтому окончательный ответ и получился неверным.

Продажная цена	\$83,60
Переменные затраты	–\$45,00
Генерируемый доход на единицу продукции	+\$38,00
Текущий рыночный спрос	150 шт. в неделю
Потенциальный новый заказ	50 шт. в неделю
Т для существующего спроса 150 \$43,00	\$6450,00
Т для потенциального нового заказа 50 \$38,60	\$1930,00
Предполагаемая общая сумма Т	\$8380,00
Фиксированные накладные расходы (операционные расходы)	–\$6000,00
Чистая прибыль	\$2380,00
Увеличение прибыли	430%

**Рис. 13.4. Расчет по методике TBDS**

Подведем краткий итог. Из расчета по традиционной методике следует, что нам не стоит принимать заказ, так как на этом мы потеряем \$70. Расчет по методу TBDS приводит к противоположному выводу: заказ нужно принять, поскольку в результате мы заработаем на \$1930 больше, чем зарабатываем сейчас, без увеличения операционных расходов. Прирост Т (\$1930) минус прирост ОЕ (нулевой) составит \$1930 чистой прибыли.

## Логические связи между показателями

Дерево причинно-следственных связей на рис. 13.5 обобщает только что сформулированные выводы. В нем не утверждается, что традиционные методы учета затрат всегда приводят к ошибке, а TBDS — к верному решению. Главная идея здесь такова: если цель предприятия — зарабатывать деньги сейчас и в будущем, то:

1. Известны многочисленные случаи, когда традиционный учет затрат, применяемый в точном соответствии с инструкциями (без намеренных или ненамеренных искажений метода), приводил к ответам, указывающим неверное направление действий.
2. Не известно ни одного случая, когда бы метод TBDS, примененный в точном соответствии с инструкциями (без намеренных или ненамеренных искажений), привел к ответу, указывающему в неверном направлении. Это не значит, что такое вообще не может случиться, — просто до сих пор ничего подобного не наблюдалось.

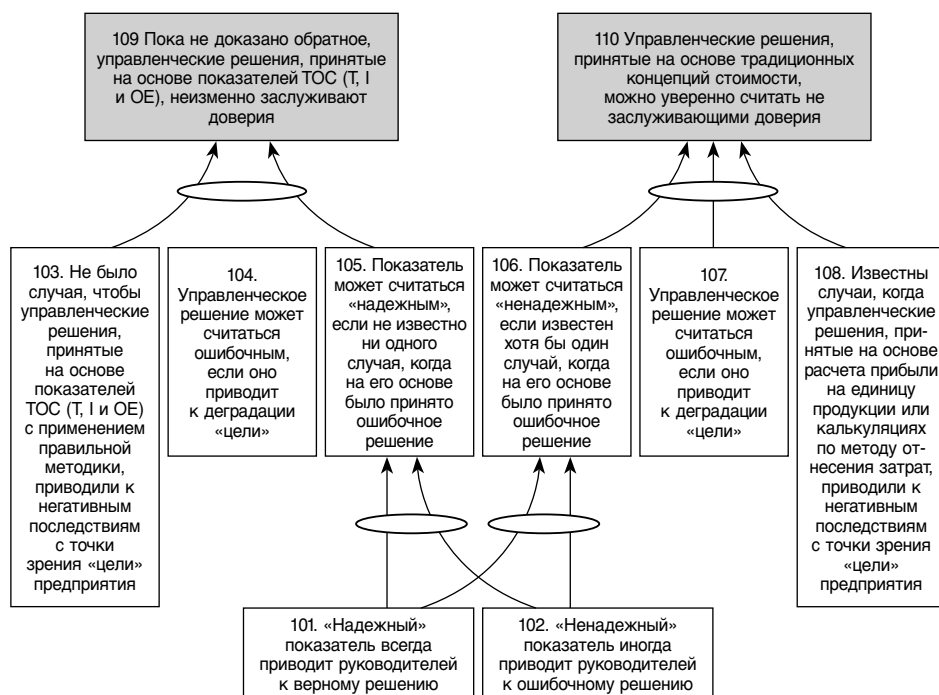


Рис. 13.5. Логические связи между показателями

И традиционный учет затрат, и TBDS могут быть искажены — намеренно или по ошибке — так, что в результате мы придем к неверным выводам. Но если все делать правильно (как описано в дереве логических связей), то TBDS заслуживает существенно большего доверия, чем традиционный учет затрат.

## Принятие решений на базе Т, I и ОЕ: еще один пример

Рассмотрим теперь другой пример. Предположим, что вам внезапно поступает еще один заказ. Дорогостоящий станок, который требует много времени на переналадку, сейчас обрабатывает очень крупную партию продукции. Вся эта партия рано или поздно будет распродана, но срочной необходимости в ней нет. Следует ли мастеру цеха распорядиться о переналадке станка и начале работы с новым срочным заказом? Не забудем, что тогда после окончания обработки срочного заказа придется делать повторную переналадку, чтобы закончить предыдущий заказ.

Попробуем задаться следующим вопросом: это решение относится целиком к сфере производства или у него есть также финансовая составляющая? Оно,

по-видимому, никак не связано с генерируемым доходом, а вот с расходами точно связано — переналадка дорогостоящего оборудования стоит денег! Это соображение, наверное, самое важное. Пусть маркетинг постарается не потерять этого покупателя со срочным заказом, уговорит его подождать, чтобы нам не пришлось делать переналадку. Верно? Нет, не верно!

Где же здесь ошибка? Давайте посмотрим, с какими реальными затратами связана дополнительная переналадка дорогостоящего оборудования. Во-первых, это рабочее время основного персонала. Соответствующие сотрудники числятся в штате компании, и их труд оплачивается повременнo, а не сдельно. Они получают деньги независимо от того, чем заняты — переналадкой станка, работой на нем или чем-то еще, — поэтому дополнительных расходов на их зарплату предприятие не понесет.

Во-вторых, это время дорогостоящего оборудования. В тот момент, когда мы обдумываем решение по поводу переналадки, станок не производит никаких товаров для немедленной реализации. Сырье для изделий, которые сейчас обрабатываются, уже оплачено, но заказчика на них пока нет, так что мы не рассчитываем получить за них деньги в ближайшее время. Изделия пойдут на склад готовой продукции. А коль скоро оборудование сейчас не занято активной генерацией дохода для компании, мы не потеряем деньги, если остановим производство продукции, не востребованной в данный момент, и переналадим станок.

В-третьих, переналадка может быть связана с потерями материалов. Стоимость этих материалов — единственные настоящие затраты, которые нам пока встретились. В некоторых случаях сырье, обрабатываемое оборудованием, при остановке работы на середине партии приходится выбрасывать в отходы. Иногда во время самой переналадки используется какое-то количество материалов, которые потом должны быть выброшены, — на них проверяется, все ли сделано верно.

Таким образом, из всего перечисленного только стоимость материалов, теряющихся при переналадке, реально увеличивает расходы компании. Если у нас есть резерв мощности (как люди, так и оборудование), то остановка оборудования для переналадки не принесет других дополнительных затрат. Мы так или иначе платим людям за работу (по часам) вне зависимости от того, заняты они производством, переналадкой или отдыхают. Мы уже заплатили за оборудование (или платим в рассрочку), и неважно, производит оно продукцию или нет. Платя за оборудование и людей, которые ничего не производят, мы не несем реальных дополнительных расходов.

Единственные настоящие убытки, о которых может идти речь, — это потери от неиспользованных возможностей, неполученная прибыль, которой мы лишаемся из-за переналадки. Но в данном случае этого нет — прежде всего потому, что оборудование не было загружено выполнением подтвержденного заказа, а работало на склад, создавая запас, не востребованный никаким клиентом. Если же мы не проведем переналадку, то рискуем уступить конкурентам платежеспособного заказчика (если не сможем вы-



полнить заказ тогда, когда это ему нужно). Сумма генерируемого дохода от этого заказа представляет собой потери от неиспользованных возможностей — реальные средства, которые мы не получим, если откажемся от переналадки.

## Решение

Как же мы будем вырабатывать решение с применением понятий генерируемого дохода, вложений и операционных расходов?

Первый и самый важный вопрос, который мы зададим, — это является ли оборудование, которое мы предлагаем переналадить, ограничением для организации в целом? Здесь возможны только два ответа: да или нет. Предположим, мы ответили отрицательно. В таком случае мы можем предположить, что у этого оборудования есть избыточная мощность, — у неограничений она имеется по определению. Переналадка, таким образом, будет расходовать время из резерва мощности, которое уже оплачено. Мы не понесем дополнительных издержек, за исключением, может быть, материалов, которые придется испортить из-за переналадки.

Если ответ отрицательный и у нас есть срочный заказ, то мы можем заработать дополнительный объем  $T$ . Для этого нужно оперативно отреагировать на заказ, иначе велики шансы потерять  $T$ . Мы знаем, что дополнительная переналадка не окажет значительного влияния на будущий размер  $T$ . У нас будет время вернуться к выполнению исходного заказа (избыточная мощность). Не исключено, что нам все-таки предстоят определенные дополнительные накладные расходы (на испорченные материалы, стоимость которых не включается в сумму переменных затрат), но они, скорее всего, будут невелики.

Поэтому, следуя здравому смыслу, при принятии решения мы должны сравнить предполагаемый дополнительный объем  $T$  от срочного заказа со стоимостью материалов, которые придется выбросить. Если разность между приростом  $T$  и этой суммой положительна, нужно переналаживать станок и переключаться на срочный заказ.

Теперь рассмотрим второй случай — станок является ресурсом ограниченной мощности (РОМ). Отсюда следует, что он работает по твердому заказу, а значит, мы потратим на переналадку время, которое в отсутствие переналадки будет использовано для изготовления изделий, приносящих доход. Потеря времени приведет к задержке того заказа, которым сейчас занимается РОМ. Не исключено, что из-за задержки клиент вообще аннулирует заказ, и в любом случае он, надо полагать, не обрадуется. Но это еще не самое худшее. Из-за дополнительной переналадки мы вынуждены будем сдвинуть график выполнения *всех* последующих заказов в графике работы РОМ. Ресурсу с небольшим (или вообще нулевым) резервом мощности будет сложно наверстать потерянное время. Все заказчики, которые не получают продукцию вовремя, будут разочарованы. И нам придется отказаться от новых заказов, потому

что у нас не будет возможности выполнить их вовремя. Таким образом, подвергается риску еще не полученный генерируемый доход — будущий Т.

Очевидно, нам лучше всего было бы так управлять ресурсами, чтобы никогда не оказываться в неприятной ситуации, связанной с выбором между разными заказчиками. Но, несмотря на все наши старания, полностью избежать этого невозможно. Оказавшись перед выбором, нужно спросить себя, скомпенсирует ли дополнительный Т, полученный за выполнение нового срочного заказа, потери Т от задержки текущих заказов. Соответствующие потери связаны с двумя факторами. Это, во-первых, затраты времени на наладку РОМ и выполнение срочного заказа, а во-вторых, риск не сдать существующий заказ в срок и/или вообще его лишиться.

Вот несколько ориентированных на ТОС базовых правил принятия управленческих решений:

1. Своевременно выполняя подтвержденные заказы, компания генерирует доход.
2. При производстве по прогнозу или на склад мы не можем быть уверены, что генерируем доход. Нет способа точно узнать, как долго готовая продукция пролежит на складе и будет ли она когда-нибудь реализована. Не устареют ли запасы так, что их придется выбросить (или продать по цене ниже себестоимости)? В некоторых случаях производство на склад способно фактически помешать генерации Т (выполнению подтвержденных заказов, за которые покупатель готов платить прямо сейчас).
3. Загружая РОМ заказами, которые действительно генерируют Т, мы повышаем эффективность использования ограниченной мощности, поскольку РОМ ограничивает возможности генерации дохода для организации в целом.

## **Как загружать РОМ и максимизировать Т без повышения ОЕ и I**

Вот рекомендуемая стратегия загрузки РОМ и максимизации Т без повышения ОЕ и I.

Во-первых, постарайтесь по максимуму загрузить РОМ заказами (но не забывайте о необходимости поддерживать некоторый резерв мощности). Во-вторых, если РОМ не в состоянии справиться со всеми поступающими заказами, выберите вариант, позволяющий получить максимальный суммарный Т по всем ассортиментным группам. Примените схему, аналогичную той, которую мы рассматривали в главе 11, когда обсуждали манипулирование спросом на примере компании ADV200. Подумайте, как задержать или отложить работу над мало доходной продукцией и пропустить вперед продукцию, генерирующую больший доход. Всегда выполняйте в первую

очередь твердые заказы и лишь после этого загружайте ресурс производством на склад (даже если работа в такой последовательности потребует переналадки оборудования).

Поскольку общий знаменатель для разных видов продукции — это время РОМ, требуемое для их производства, их удобно сравнивать по коэффициенту T/CU (Throughput per Constraint Unit) — отношению генерируемого дохода к времени работы РОМ (оба показателя берутся в расчете на единицу продукции). Продукты с высоким T/CU должны стать приоритетными для служб маркетинга и сбыта, и их же нужно пропускать первыми через все операции, составляющие производственный цикл. Мы называем это правилом T/CU.

## Правило T/CU: пример

Рассмотрим пример применения данного правила при распределении приоритетов между заданиями. Допустим, у нас ограничены производственные мощности и есть два варианта их загрузки на месяц. Первый — выполнять и реализовывать заказы, которые будут приносить по \$10 000 за 10 часов работы РОМ в день, второй — продавать наименее рентабельный из наших продуктов, каждая единица которого приносит нам \$1000 за 1,5 часа работы РОМ в день; однако рынок сбыта этого продукта практически не ограничен. В ближайшем месяце мы не сможем заняться обеими работами — какую же из них выбрать?

Проведем расчет для первого варианта. Разделив \$10 000 на 10 часов работы, получим T/CU \$1000 в час. Также можно было поделить суммарный генерируемый доход, относящийся к этому заданию, на количество минут, требуемых для обработки всей партии, и получить значение T/CU в долларах в минуту.

Для второго варианта мы делим \$1000 на 1,5 часа и получаем T/CU \$666,67 в час. Решение однозначно: первый вариант предпочтителен, если только в будущем такой выбор не скажется отрицательно на генерируемом доходе. Неограниченный объем спроса в данном случае не играет роли — из-за нашего ограничения мы не в состоянии извлечь из него выгоду. Максимум, что мы можем сделать, — это сравнить относительные показатели разных вариантов использования одного и того же времени работы РОМ.

В нашем рассуждении мы исходили из нескольких допущений, в отношении которых предполагалось, что они верны. Первое: РОМ в данный момент является активным ограничением. Его можно загрузить до предела в целях генерации дохода. Второе: у нас всего один РОМ. Когда ограничений больше (ситуация с взаимодействующими ограничениями), невозможно эффективно управлять производством и максимизировать генерируемый доход. Третье: решение, которое мы примем, не приведет к смещению ограничения и превращению другого ресурса в РОМ.

## Если РОМ нет: правила принятия решений

А что если в системе нет активного внутреннего ограничения? В этом случае правила меняются. В отсутствие внутреннего ограничения любой заказ, способный принести положительный Т, нужно приветствовать и принимать. Пользуйтесь тем, что у вас на всех этапах процесса есть незадействованные мощности, задействуйте эти мощности для создания дополнительных потребительских качеств, за которые клиенты с радостью заплатят, — например, изготавливайте продукцию по индивидуальным спецификациям, сокращайте сроки выполнения, предлагайте новые или особые товары и услуги.

Здесь могут пригодиться такие подходы, как TQM (Total Quality Management — всеобщее управление качеством) или JIT (Just-in-Time — точно вовремя), — при условии эффективного подчинения рыночному ограничению. Что касается TQM, то не нужно добиваться улучшений во всем — совершенствуйте то, от чего заказчики получают реальную пользу и что поможет вам защитить или увеличить будущий Т. Занимайтесь теми улучшениями, которые непосредственно приведут к росту Т за счет увеличения отпускной цены или сокращения переменных затрат. Например, уменьшите количество брака и недоделок, повысьте надежность (сократите число случаев гарантийного ремонта и замен). Не используйте принципы JIT для того, чтобы оправдать экономию издержек, подлинная цель этой методики — повышение скорости и надежности поставок.

И внимательно следите за ресурсами, которые могут превратиться в ограничения по мере изменения спроса и загрузки производственных мощностей.

## Важные и второстепенные решения

Важные решения принимаются по несколько иным правилам, чем второстепенные. Важным следует считать решение, способное привести к существенному изменению операционных расходов и вложений, а также генерируемого дохода. Таким образом, любое решение, принимаемое для увеличения производственной мощности в связи с повышением спроса (фактическим или ожидаемым), — важное.

При всяком наращивании производственной мощности возможен сдвиг ограничения системы. Если новым ограничением станет внутренний ресурс, придется срочно пересчитывать Т/CU для всей продукции, чтобы правильно выстроить схему использования ограничения. Если же ограничение уйдет за пределы компании — например, ограничением станет рынок, — то прежние меры использования и подчинения тоже нельзя будет больше применять.

Необходимо иметь в виду, что целесообразно рассчитывать Т/CU не только для коротких промежутков времени, таких как час или минута, но и для продолжительных. Иногда возможность выпускать большой объем продукции в течение длительного времени компенсирует невыгоду от низкого Т/CU. Например, заключив долгосрочный договор на продукцию с Т/CU всего \$5,5 в минуту,

мы сможем получить за год генерируемый доход в размере \$1 млн, загружая этой работой РОМ в периоды низкого спроса. Нерегулярные заказы на продукт с Т/СУ \$30 в минуту за тот же год могут в сумме принести всего \$100 000. Если рассматривать только Т/СУ, можно принять неверное решение.

Помните дерево логических связей между показателями (рис. 13.5)? Здесь мы снова мы упираемся в понятие правильного применения. Методы TBDS могут быть использованы неверно! Правило Т/СУ, безусловно, полезно, но лучше учесть и генерируемый доход в долгосрочной перспективе.

Есть общее правило, которое применимо ко всем важным решениям, да и к второстепенным тоже. Оно особенно полезно тогда, когда применение правила Т/СУ ограничено. В таком случае нужно сравнить изменение генерируемого дохода ( $\Delta T$ ) с изменением операционных расходов ( $\Delta OE$ ). Если  $\Delta T > \Delta OE$ , принимайте положительное решение, если нет — отрицательное. Если требуется выбрать один из нескольких вариантов, выбирайте тот, для которого разность  $\Delta T - \Delta OE$  больше. Другими словами, ожидаемый прирост прибыли компании — это разность между изменением суммарного генерируемого дохода и изменением суммарных операционных расходов. Назовем это правилом изменения прибыли.

Но недостаточно просто найти разность  $\Delta T - \Delta OE$ , следует учесть также рентабельность инвестиций (Return on Investment, ROI). Рассмотрим пример. Пусть у вас есть возможность приобрести для своего завода одну из двух автоматизированных линий — А или В. Обе они выпускают одинаковый объем одной и той же продукции, стоимость обслуживания также совпадает. Следовательно, при одном и том же уровне рыночного спроса линии принесут одинаковую прибыль. Но цена линии А — \$300 000, а линии В — \$750 000. При прочих равных (так никогда не бывает, но ведь это только пример!) ROI линии А будет выше. Таким образом, мы можем сформулировать еще одно правило — назовем его правилом изменения ROI: изменение прибыли ( $\Delta T - \Delta OE$ ) нужно разделить на изменение требуемого объема вложений ( $\Delta I$ ). В предыдущем примере (выбор между разными вариантами) мы разделили одно и то же значение прибыли на два существенно различающихся показателя необходимых вложений и поняли, что один из вариантов — тот, для которого ROI выше, — явно выгоднее, чем другой. Поэтому помимо положительной разности  $\Delta T - \Delta OE$  частное от деления  $\Delta T - \Delta OE$  на  $\Delta I$  также должно быть приемлемым для компании с учетом особенностей ситуации (рис. 13.6).

<b>Прибыль</b>	<b><math>\Delta T - \Delta OE</math></b>
<i>При выборе между «да» и «нет» положительные значения — «хорошие», отрицательные — «плохие».</i>	
<b>Рентабельность инвестиций (ROI)</b>	<b><math>\frac{\Delta T - \Delta OE}{\Delta I}</math></b>
<i>При выборе между несколькими альтернативами выбирается та, для которой частное выше</i>	

**Рис. 13.6. Правила изменения прибыли и ROI**

## Как определить $\Delta T$

Чтобы определить  $\Delta T$ , нужно вычесть текущее значение  $T$  из ожидаемого нового значения. Для этого, в свою очередь, необходимо знать, есть ли на предприятии в данный момент активное внутреннее ограничение, задающее потенциальный максимум  $T$ , а если нет, то не возникнет ли оно в результате принятия решения.

Вот типичный пример такой ситуации. 40% домов в черте города имеют кабельное телевидение (КТВ). Остальные либо используют спутниковые системы, либо ловят сигнал в метровом/дециметровом диапазоне. Оператор сети КТВ решает предложить через свою сеть подключение к Интернету, и 80% текущих клиентов компании подписываются на эту услугу. Тут же по городу распространяется весть о том, что Интернет по каналам КТВ работает в десять раз быстрее, чем при доступе по коммутируемой телефонной линии, а сама эта телефонная линия остается свободной, и еще 50% семей, у которых раньше не было кабельного телевидения, заявляют о своем желании подключиться. Из-за такого скачка спроса персонал компании, осуществляющий подключение, тут же оказывается перегружен работой. Таким образом, решение предложить дополнительные услуги по подключению к Интернету приводит к появлению ограничения (технический персонал). В зависимости от того, сколько семей хотят подключиться, компании может понадобиться немало времени, чтобы разгрузить РОМ.

Если РОМ не возникает, сохраняется исходное ранжирование продуктов (в зависимости только от  $T$ ), если все-таки возникает, нужно сразу же перераспределить приоритеты в зависимости от  $T/CU$  потому что прежний рейтинг (по  $T$ ) потеряет силу. Если внутреннее ограничение существовало и раньше, мы должны знать, приведет ли решение к его сдвигу. Если нет, остается в силе прежний рейтинг по  $T/CU$ ; если же ограничение все-таки переместится, придется перераспределять приоритеты в зависимости от  $T/CU$  продуктов на новом РОМ. В случае, когда РОМ просто остается прежним, рассчитать  $\Delta T$  довольно легко — достаточно определить приоритет нового продукта. На рис. 13.7 представлена блок-схема, иллюстрирующая только что описанный процесс принятия решения.

Если в данный момент активный РОМ отсутствует, можно без опасений повышать уровень загрузки, следя, чтобы это приносило соответствующее повышение  $T$ , и помня, что в определенный момент какое-то из не-ограничений превратится в ограничение. Но если вновь возникший РОМ изначально не был загружен по максимуму, эта дополнительная нагрузка не вынуждает нас отказаться от производства остальных продуктов — источников  $T$ . После того как достигнута максимальная загрузка (с учетом необходимого резерва мощности), любые дополнительные заказы сверх этого уровня могут быть выполнены, только если мы отложим выполнение заказов, принятых ранее. Тогда потребуется заново рассчитать приоритеты продуктов в зависимости от  $T/CU$ .

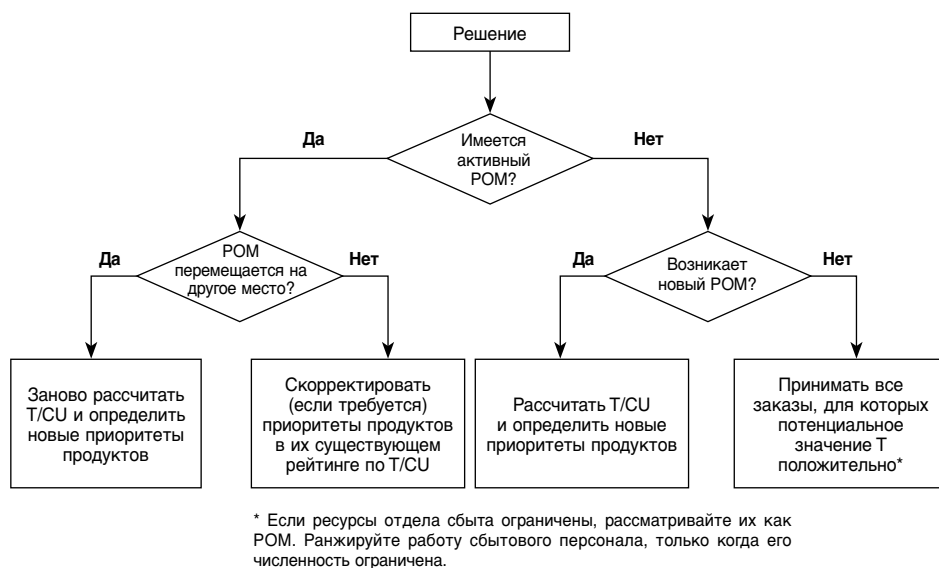


Рис. 13.7. Влияние важных решений на ранжирование продукции

## Как определить $\Delta OE$ и $\Delta I$

Теперь нам нужно рассчитать изменение операционных расходов и вложений. Наиболее существенные дополнительные расходы связаны с приобретением дополнительных мощностей. Примерами могут служить наем новых сотрудников (OE), добавление смен (OE) или сверхурочных работ (OE), а также закупка оборудования (I).

Если наращивание мощности действительно потребуется, в первую очередь нужно обратить внимание на ресурсы, которые вот-вот превратятся в ограничения, и на не-ограничения, которые могут стать ограничениями, если их мощность не будет увеличена в ближайшее время. Помните, что работы по субподряду обычно выполняются для удовлетворения специфических потребностей клиентов, а значит, должны рассматриваться как переменные затраты и вычитаться из Т в процессе его расчета, а не плюсовываться к OE<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Если субподрядчик привлекается для выполнения вспомогательных функций или работ, это другой случай. Поскольку соответствующие затраты относятся к постоянным, оплату субподряда здесь следует рассматривать как часть OE.

## Принятие решений в ТОС: резюме

В целом нужно помнить, что разность  $\Delta T - \Delta OE$  должна быть положительной. Это правило проще всего применять даже тогда, когда оценить  $\Delta T$  и  $\Delta OE$  сложно. Также помните, что ограничение — будь то внутренний ресурс или рыночный спрос — задает максимальный уровень  $T$ . Можно посмотреть на это иначе: доход ( $T$ ) генерируется только ограничением, остальные ресурсы в системе — источник расходов ( $OE$ ), а не дохода.



## Глава 14

# МЕТОД ББК И СИСТЕМЫ ERP

**Т**еперь, когда мы изучили УББК — упрощенную и более легкую в управлении версию первоначального метода «барабан–буфер–канат» (ББК), — пришло время посмотреть, каким образом этот метод соотносится с новейшими разработками в сфере автоматизации управления предприятиями — системами ERP (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия), — а также с концепциями, относящимися к объединению нескольких систем, такими как управление цепями поставок.

### Управление в эпоху ERP

Сейчас стало модно говорить об управлении предприятием как единым целым. Приверженцам системного мышления эта концепция не в новинку, но для кого-то она стала настоящим открытием. В любом случае, по мере того как компании осознают важность интегрированного управления целостными системами, а не отдельными подразделениями или филиалами, они начинают искать подходы к проблеме интеграции.

Поскольку мы, как известно, живем в век информации, неудивительно, что руководители предприятий обращаются для решения проблемы интеграции к информационным технологиям. Но информация — это палка о двух концах. Без нее мы не можем эффективно принимать решения, а когда ее слишком много, процесс принятия решений может замедлиться.

Узнаете дерево текущей реальности на рис. 14.1 (а и б)? Это то самое дерево, которое вы видели во введении к этой книге и еще раз — в начале главы 6. Логическая цепочка начиналась с ключевой проблемы (пункт 101) — недостаточного понимания причинно-следственных связей в сложных системах — и в итоге приводила компанию к нежелательным последствиям: ей с трудом удавалось или вообще не удавалось выжить.

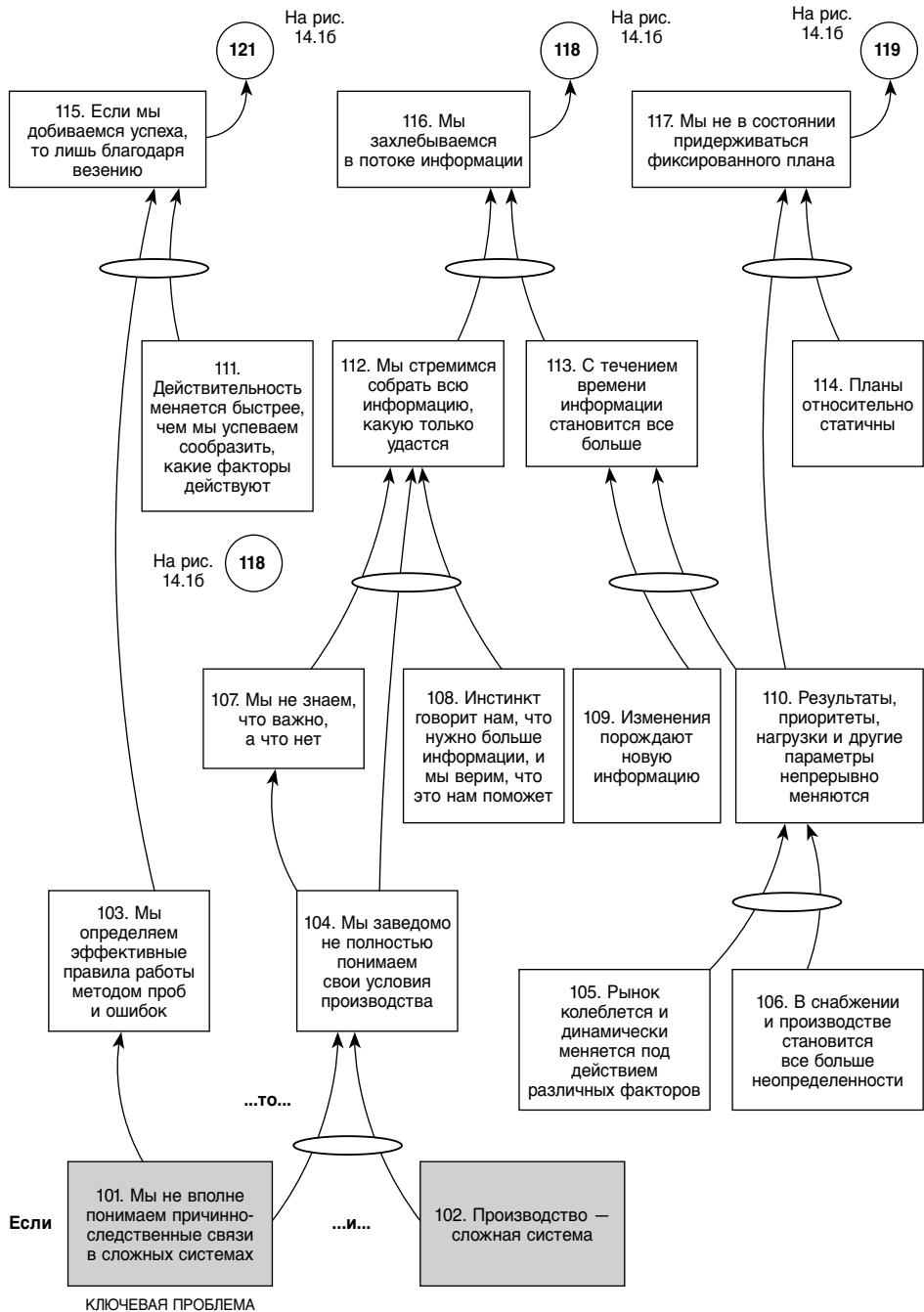
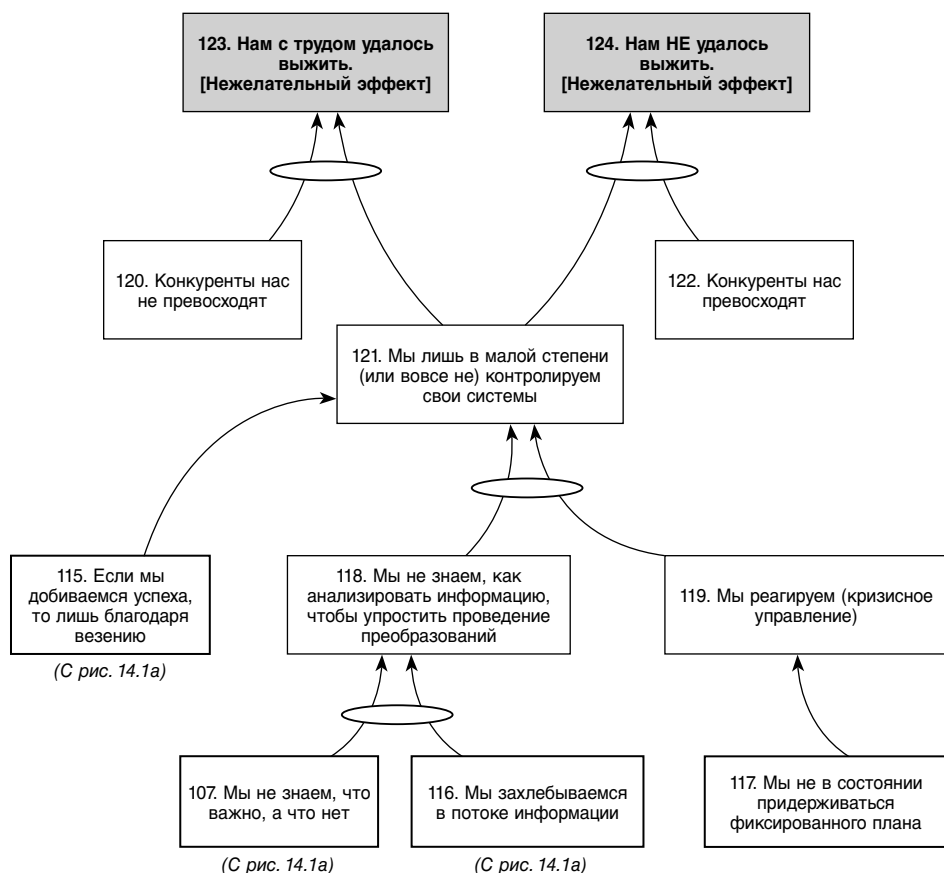


Рис.14.1а. Типичное дерево текущей реальности для производства



**Рис. 14.16. Типичное дерево текущей реальности для производства**

Но есть и еще одна ключевая причина, влияющая на развитие событий и мешающая принимать правильные решения, — пункт 108, инстинктивное представление о том, что чем больше информации, тем лучше. Высшие руководители предприятий часто пребывают в подобном убеждении и потому верят в способность технологий решить их проблемы. Однако в действительности информационная система полезна ровно в той степени, в какой полезны вводимые в нее данные. Мусор на входе — мусор на выходе, и суперсовременная информационная система не заменит умного, просвещенного и ответственного руководителя! Давайте рассмотрим ситуацию в компании SMPRO.

## Пример: компания SMPRO

Возвращаясь из напряженной двухнедельной командировки в Сингапур, Боб — вице-президент по маркетингу и продажам компании SMPRO (Smart Protection Inc.) — был уверен, что все коллеги будут ему рукоплескать. Не каждый день находишь заказ на \$3 млн. Продажи всей компании за последний год составили \$28 млн, а в прогнозе на следующий год с осторожным оптимизмом указывалась цифра \$31 млн. Контракт с министерством обороны Сингапура в этот прогноз не включили, поскольку никто не думал, что у компании есть реальные шансы его получить.

SMPRO — поставщик сложных систем сигнализации, предназначенных для защиты зданий от проноса огнестрельного оружия и от любых видов незаконного проникновения. Компания проектирует систему безопасности в целом и изготавливает часть компонентов на своем центральном заводе, а остальные необходимые компоненты закупает у субподрядчиков.

Перед началом общего собрания сотрудников Боб рассказал Рону (начальнику производства SMPRO) о новых требованиях, выдвинутых сингапурским клиентом, — в частности, о жестких сроках поставки базовой конфигурации системы.

Рон побледнел: «У нас никаких шансов! Базовая конфигурация — это 60% всей системы. У меня нет таких мощностей, чтобы сделать ее за два месяца. Ты с ума сошел? Тебе нужно срочно сообщить об этом в Сингапур! Мы еще не начали технический проект, а на него уйдет как минимум два месяца. К тому же я не уверен, что у нас есть все необходимые компоненты. Когда я говорю, что нам нужно хотя бы полгода на подготовку базовой конфигурации — да и то в напряженном темпе, — это чистая правда».

Энн — вице-президента по финансам — совсем не обрадовало, что Бобу пришлось пообещать клиенту скидку 4% прямо перед подписанием контракта. «Весь этот контракт — полнейшее безумие. Главное — продать, да? И неважно, что мы на этом потеряем деньги?»

Боб понял, что предстоящее собрание будет не самым приятным моментом его жизни. За полторы минуты он скатился с самой вершины на самое дно...

На самом деле реакция Рона и Энн не была для Боба полной неожиданностью. Боб помнил, что эти двое точно так же реагировали на контракт в Лос-Анджелесе, которым сегодня все довольны, поскольку благодаря ему удалось заключить еще три сделки в Калифорнии. Почему коллеги не могут усвоить урок? Боб все еще надеялся, что Джон (президент SMPRO) поддержит его. Это Джон посоветовал Бобу съездить на две недели в Сингапур, выяснить, есть ли шансы получить контракт, а потом постараться его получить.

На собрании Боба слушали не перебивая. Морти (главный инженер) начал читать бумаги с изменениями, которые хотел внести в систему клиент из Сингапура. Энн молчала, но скептическая улыбка на ее лице не сулила ничего хорошего. Артур (менеджер по логистике) сидел рядом с Роном и переглядывался с Энн. Боб окончил говорить, и началось обсуждение.

**Джон:** Я так понимаю, контракт подписан и назад дороги нет. Верно?

Это была не совсем та реакция, на которую рассчитывал Боб.

**Боб** (*оправдываясь*): Вы дали мне полное право подписать контракт — так я и сделал. Я думаю, это отличная сделка.

**Джон:** Да, и теперь все, что нам нужно сделать, — это поставить систему. Давайте начнем с вопросов, которые касаются разработки. Я так понимаю, нужно выполнить большой объем технической работы.

**Энн:** Минуточку! Прежде чем мы начнем говорить о том, что нам делать, нужно обсудить финансовую ситуацию. Для этой системы потребуется выполнить много работы, и подробностей я не знаю, но Рон и Артур говорили, что у нас есть резерв мощности. Когда мы вели переговоры, уже было ясно, что эта сделка не такая уж особенная.

Теперь ситуация в корне иная, потому что десять дней назад поступил еще один контракт, который изменил всю картину. Я просто хочу убедиться, что наши убытки будут не такими серьезными. Господа, пожалуйста, давайте обойдемся без сверхурочных, без ночных смен и без курьерской доставки электронных плат самолетом. И без субподрядчиков, которые убивают нас своими ценами каждый раз, когда нам что-то нужно в срочном порядке. Поскольку в контракте с клиентом из Сингапура не говорится, когда конкретно нам придется выплатить неустойку за задержку поставки, я предлагаю этим воспользоваться и оттянуть сроки настолько, насколько это возможно. Самое главное — минимизировать наши затраты.

**Боб** (*раздраженно*): Что?! Если мы будем так себя вести, наша репутация будет уничтожена!

**Энн:** Покажи мне, как можно выразить репутацию в деньгах, — тогда и поговорим. А до тех пор изволь сэкономить на этом контракте сколько сумеешь.

**Джон:** Хорошо, хорошо. Прежде чем решаться рискнуть своей репутацией, посмотрим, какие проблемы у нас возникнут, если мы попытаемся сдать систему в срок.

**Морти:** Я могу высказаться по технической стороне вопроса. Я думаю, на техническое задание уйдет два месяца. В ближайшие две недели мы будем заняты другой работой, а потом сможем приступить к этому проекту.

**Рон:** Чтобы уложиться в график, мне нужно начинать производство уже сейчас. Кстати, Энн, ты не права по поводу ситуации в производстве. Контракт с Techno, который мы подписали на прошлой неделе, не имеет ничего общего с сингапурским. Это совсем другая линейка продукции. Не смешивай разные задачи.

В любом случае, здесь речь идет о масштабной системе из множества компонентов и о предельно сжатых сроках тестирования. Мы ничего не можем с этим поделать — тестирование требует времени. Я могу сделать кое-что без проекта — в системе будет несколько стандартных подсистем. Но через две-три недели мне потребуется готовое техническое задание, иначе нам действительно придется работать по ночам, чтобы не опоздать. И я пока еще ничего не знаю по поводу требований покупателя.

**Джон:** Морти, что случится, если твои люди остановят работу, которой занимаются сейчас, и займутся системой для Сингапура? Ты сможешь предоставить Рону какую-то часть технического задания через три недели?

**Морти** (*сердито*): Джон, ты все время так делаешь — как ты со мной обращаешься! Нельзя относиться к инженерам-разработчикам так, будто они машины. Если я отвлеку людей от того, чем они сейчас занимаются, им потребуется несколько дней, чтобы вникнуть в новую систему, и еще больше времени у них уйдет на то, чтобы вернуться к предыдущему заданию. Это создаст ужасную путаницу, а моральный дух моих людей упадет до нуля.

И потом, кто сказал, что работа, которой они занимаются сейчас, не срочная? Рон планирует производство на основе графика, который даю ему я. Мы не можем работать без плана. Разработчики стоят дорого, и к ним нужно относиться с уважением, а не перебрасывать туда-сюда каждый раз, когда мы заключаем новый контракт. Почему у нас нет общего плана, который бы выполнялся? Люди хотят знать, чем и когда они будут заниматься.

**Артур:** Что касается снабжения, то я не уверен, что у нас есть все нужные комплектующие. Нам нужно посмотреть подробные спецификации и проверить, но я так понимаю, это произойдет не раньше чем через неделю. Большинство комплектующих у нас, по-видимому, есть. Мы заказали их для мексиканского проекта, который отменили. Но все-таки я не могу поручиться, что у нас есть все.

К тому же ребята Морти иногда запрашивают нестандартные платы, и тогда у нас возникают большие проблемы. Я так понимаю, им тяжело залезть в систему снабжения и проверить, есть ли вообще такая-то позиция в нашем каталоге. Если продукции нет в каталоге, у меня может уйти несколько месяцев, чтобы найти надежного поставщика и совершить покупку.

**Джон:** Знаете, что я сейчас понял? Что на самом деле нам нужна система ERP, которая бы объединила все наши информационные системы. Тогда бы Боб знал, что базовые компоненты составляют 60% системы, а Энн — что у нас есть свободные мощности. Морти был бы в курсе того, какие платы есть в нашем каталоге и какие — на складе снаб-

жения. Рону и Артуру, конечно же, пригодилась бы информация о приоритетах маркетинга, и так далее. Проблема в том, что такая система стоит как минимум несколько сотен тысяч долларов. Есть ли способ оценить в долларах выгоду, которую подобная система может принести такой компании, как наша?

Проанализируем ситуацию в SMPRO. Что не так в этой компании? Действительно ли дело в информационной системе или проблема в чем-то ином? И улучшится ли положение в результате внедрения новой информационной системы, если эта проблема останется нерешенной?

Попробуем понять, какие управленческие проблемы возникли у менеджеров и насколько информационная система (ИС) способна здесь помочь. Кое-какой информации действительно не хватает — скажем, было бы неплохо получать больше оперативной информации относительно наличия материалов. Однако это всего лишь пожелание. Недостающую информацию можно было бы найти, если бы каждый знал, что важно, и искал необходимые сведения.

Основные жалобы связаны со временем, с тем, что Боб пообещал укороченный срок поставки, не зная, смогут ли проектировщики и производство выполнить такое обещание. Позволила бы более совершенная ИС справиться с этой проблемой? В действительности информационная система может принести пользу только после того, как будет решена проблема управления.

## **Вопросы для обсуждения практического примера**

1. Существует ли проблема управления/руководства, которая не сводится к проблемам с информацией, и если да, то в чем она заключается?
2. Есть ли проблема в организационной культуре SMPRO? В рамках данного обсуждения примем, что организационная культура — это набор базовых допущений, которые разделяются и принимаются как самоочевидные всеми членами организации, определяют их систему ценностей и поведение.

## **Проблемы SMPRO, связанные с информацией**

В SMPRO явно есть проблемы, связанные с информацией. Начнем с того, что Энн не представляла себе объем свободных мощностей, но при этом настойчиво требовала, чтобы не было никаких сверхурочных, ночных смен и субподрядчиков.

Боб не знал (и не догадывался, когда вел переговоры), какой объем мощностей нужен, чтобы построить базовую конфигурацию системы. Он не принял к сведению предупреждение начальника производства о суммарном времени выполнения проекта. Работа над проектом заключается главным

образом в индивидуализации базовой стандартной системы, но при этом специалист по продажам был отправлен на переговоры без предварительной консультации с производством.

Рон, Морти и Артур не знали, все ли материалы есть в наличии. В действительности это самая важная часть недостающей информации. Морти не был в курсе общих приоритетов системы из-за отсутствия в компании главного плана. Однако это в действительности уже не информационная проблема, а недостаток руководства.

## **Управленческие проблемы SMPRO**

Каждый из менеджеров в нашем примере видит проблему только со своей точки зрения. Боб, судя по всему, не догадывается, что могут возникнуть сложности со своевременной поставкой. Энн нет дела ни до мощностей, ни до репутации — просто потому, что она не умеет оценить их в долларах. Рон, Морти и Артур в курсе проблем друг друга (поскольку их подразделения тесно взаимодействуют в повседневной работе), но не обращают внимания на интересы маркетинга и финансов.

Джон не берет под контроль эту запутанную ситуацию многостороннего конфликта между подчиненными. Хотя очевидно, что разные функции организации (финансы, проектирование, производство, продажи) не синхронизированы, он не проявляет себя твердым лидером, способным решить проблему, зато, похоже, считает, что с ее решением справится ERP-система.

Энн не понимает, что затраты на ночную смену следует сравнить с убытками, которые возникнут, если ночная смена не состоится. Она готова порекомендовать управленческое решение на основании одних лишь затрат, потому что убытки, которые нельзя измерить в долларах, для нее не существуют.

При тестировании, по словам Рона, может возникнуть нехватка мощностей. Не находится ли в этой точке ограничение системы?

## **Внедрение ERP-системы: основные допущения**

Джон — генеральный директор SMPRO — готов рассматривать ERP-систему как решение проблем компании. Не он один так считает. Многие компании хватаются за ту же соломинку.

Все руководители, решившие внедрить у себя на предприятии ERP-систему, исходят из трех допущений:

1. Интеграция и синхронизация приносят компании пользу. Более того, они необходимы для повышения эффективности (даже удивительно, как нам удавалось так долго без них обходиться!).
2. В компании много знают о том, как будет работать новая ИС, какими способностями она будет обладать и как она сочетается с общей



стратегией ведения бизнеса. Руководство представляет себе, как настроить параметры и функции системы, чтобы они полностью соответствовали стратегии ведения бизнеса, а технические специалисты знают цели руководства и понимают, как заставить систему работать в соответствии с этими целями<sup>1</sup>.

3. Руководители уровня подразделений, отделов, участков и т. д. осознают необходимость интеграции информации и заинтересованы в том, чтобы пользоваться системой, если получают к ней доступ.

Но действительно ли это так?

## Второе допущение ERP

Давайте поговорим о втором допущении. Встроенные возможности ERP-системы в сочетании с настройками, сделанными техническими специалистами, обычно приводят к изменению процессов и процедур внутри организации. В связи с этим высшее руководство должно задать себе следующие вопросы:

- Полностью ли скоординированы новые процедуры применения ERP-системы с деловой стратегией компании?
- Если стратегия ориентирована на выполнение заказов по индивидуальным спецификациям, сможет ли ERP-система поддерживать такую стратегию?
- Если стратегия заключается в массовом производстве стандартной продукции, можно ли настроить ERP-систему в соответствии с этими задачами?
- Будут ли усовершенствованные процессы, в которых применяется ERP-система, реально обеспечивать соответствие рыночным требованиям (или они нацелены на повышение внутренней эффективности)?

Одна из самых коварных ловушек при внедрении ERP-систем техническими специалистами (а не руководством) заключается в неверном выборе стратегической цели — основное внимание направляется не на успешную реализацию миссии, а на эффективное выполнение заданий.

Рассчитаны ли получившиеся процедуры применения ERP-системы на темпы развития бизнеса, которые предполагает высшее руководство? Для

---

<sup>1</sup> В большинстве случаев внедрение ERP-системы вынуждает руководителей менять бизнес-процессы иначе, чем им бы хотелось. Чтобы понять, будут ли эти изменения полезны или вредны, а также поможет ли ERP-система наладить работу компании, нужно критически проанализировать проект внедрения ERP как с управленческой, так и с технической точки зрения.

эффективного внедрения ERP очень важно знать направления планируемого развития. Попытка предусмотреть все мыслимые варианты (быть чем угодно и для кого угодно) может сделать систему слишком громоздкой и задушить возможность развития в областях, представляющих наибольший интерес. Если же, наоборот, задать слишком узкий диапазон, то в ближайшем будущем понадобятся радикальные изменения, сопряженные с рядом сложностей.

Хорошо ли руководители подразделений (да и высшее руководство) понимают причинно-следственные связи, существующие внутри их организаций, могут ли определить, к чему приведет изменение ключевых переменных ERP-системы? Допустим, размер партии обработки урезается с 240 до 120 единиц. Все ли руководители подразделений вполне представляют себе влияние этих изменений на движение материальных потоков в их зонах? Представим себе, что время задержки MRP-системы сократилось вдвое. Знает ли директор по маркетингу, каким образом это скажется на его отделе?

Все ли, кого это касается, понимают, как повлияет на финансовые результаты организации уменьшение партий? Сокращение времени опережения MRP? Переход к сборке на заказ? Внедрение политики закупок «точно вовремя»? В большинстве случаев ответ будет отрицательным.

Перечисленные вопросы взаимосвязаны, но менеджеры, принимающие решения, в большинстве случаев видят только непосредственные результаты вносимых изменений. Возьмем, например, размер партий. С одной стороны, если уменьшить размер партии, суммарное время переналадок вырастет, но время производственного цикла сократится. Сокращение сроков производства может быть использовано как конкурентное преимущество, однако этим должен заняться отдел сбыта, который предложит клиентам соответствующие сроки поставок. С другой стороны, с увеличением времени на переналадку растет загрузка оборудования. В некоторых случаях может даже возникнуть новое узкое место. Если хотя бы у одного ресурса останется слишком мало защитной мощности, длительность производственного цикла может увеличиться сильнее, чем она сократилась за счет уменьшения партий. В качестве побочного эффекта сокращение размера партий позволяет снизить уровень запасов сырья, что существенно для отдела снабжения.

Но при принятии решений все это обычно не учитывается. Как правило, менеджеры знают только, что с сокращением размера партии время производственного цикла уменьшится, а себестоимость увеличится. Они очень редко понимают, насколько важно контролировать изменения, и, что хуже всего, плохо представляют себе долгосрочные последствия этих изменений для финансовых результатов бизнеса.

Естественно спросить: что же делает ERP-система, чтобы восполнить этот недостаток знаний? Ответ — скорее всего, ничего. Информационные системы — не замена для глубокого понимания причинно-следственных связей внутри сложной системы. Они в состоянии с головой завалить руководителя информацией, но руководитель должен сам разобраться, что в этой информации важно, а что нет. Как отметил Голдратт, реальная информация — это ответ

на поставленный вопрос<sup>1</sup>. Все остальное — просто данные. Без хорошего понимания причинно-следственных связей — того, что Деминг назвал «глубоким знанием» (Deming, 1993), — мы блуждаем в темноте: можно добраться туда, куда нужно, но можно и погибнуть. А ERP-система в состоянии создать больше проблем, чем она способна решить. Дело не в инструменте, а в мастере.

## Третье допущение ERP

Перейдем к третьему допущению. Хорошо ли руководители подразделений (начальники отделов и т. д.) представляют себе, какая информация, внешняя по отношению к их подразделениям, может понадобиться или пригодиться им при выработке решений, какие сведения помогут им сделать выбор, наилучший не только для данного подразделения, но и для системы в целом? О чем ты спросишь, то тебе и расскажут.

Здесь нас интересует влияние нашего подразделения на другие сферы. Предыдущее допущение (второе) касалось понимания того, как другие части системы влияют на нас.

Можем ли мы реально полагаться на то, что руководители подразделений готовы и стремятся действовать в интересах системы в целом, а не только своего подразделения? Что заставляет их поступать таким образом? Способствуют ли текущие показатели эффективности тому, чтобы руководители подразделений принимали решения, направленные на улучшение глобальных результатов? Поощряется ли в организационной культуре глобальное мышление?

Поставьте себя на место Боба, вице-президента по маркетингу и продажам в компании SMPRO. Допустим, вы знаете, что производству будет очень сложно ускорить подготовку базовой конфигурации системы и заказ, возможно, не попадет в Сингапур вовремя. Откажетесь ли вы из-за этого от контракта? Разве не правда, что решающим фактором для вас будет хорошая премия, которую вы получите за принесенную компании сделку? Ведь ваша работа оценивается именно таким образом!

## Основания для внедрения ERP

В обоснованиях проектов по внедрению серьезных систем обычно приводится обширный перечень причин, по которым такое внедрение будет оправданно. В случае ERP часты ссылки на то, что существующая ИС разваливается, т. е. систематически выходит из строя или не справляется с новыми повышенными требованиями к управлению данными. Может быть, ее сложно обслуживать (достоверность данных, надежность системы, восстановление информации). На рубеже тысячелетий авторы обоснований любили также вспоминать

---

<sup>1</sup> Goldratt, 1990, p. 6.

о «проблеме 2000 года»: все равно ведь придется ее решать, давайте уж сделаем это заодно с внедрением ERP! Еще одна группа доводов — высокое быстродействие ERP-систем, наличие у них интеллектуальных функций, применение при разработке новейших технологий. И последний, абсолютно неотразимый аргумент — все вокруг внедряют!

Но есть ли у предприятия по-настоящему веские основания для приобретения и установки ERP-системы? Реальные причины, по которым это может быть целесообразно, следующие:

- ERP устраняет некоторое существенное препятствие на пути развития бизнеса;
- ERP позволяет всем подразделениям организации видеть все предприятие в целом, а не только свою часть;
- ERP поддерживает идею нового интегрированного подхода к управлению в рамках внутренней культуры предприятия;
- ERP поможет усовершенствовать меры по использованию ограничения (ограничений) системы;
- ERP поможет усовершенствовать меры по подчинению всей работы системы задаче использования ограничения (ограничений).

Короче говоря, все новые подходы к управлению построены на идее интеграции. ERP-систему следует использовать для того, чтобы усовершенствовать организацию бизнеса как целостной системы и тем самым значительно улучшить его финансовые показатели.

## **Поддержка ТОС в ERP-системе**

Чтобы в организации, где установлена ERP-система, можно было применять теорию ограничений, эта система должна поддерживать использование ограничений, где бы они ни находились, подчинение не-ограничений и контроль с применением методов и инструментов ТОС. Кроме того, необходима поддержка принципов управленческого учета ТОС, т. е. работы с показателями генерируемого дохода, вложений и операционных расходов как с самостоятельными финансовыми переменными. Еще одно требование — чтобы ERP-система способствовала развитию новой культуры бизнеса, в которой организация рассматривается как целостная система.

## **Совершенствование подчинения рынку: проектирование ключевых процессов в ERP-системе**

Если принято решение внедрить ERP, перед последователями ТОС встает сложный вопрос: как извлечь из новой системы максимум пользы? Другими

словами, как с ее помощью начать работать лучше, чем конкуренты? Быстрее реагировать на поведение рынка? Предлагать новые востребованные товары и услуги? Повышать качество? Улучшать прочие факторы, которые влияют на удовлетворенность клиентов?

Далее, если ERP-система поможет нам добиться этих преимуществ, как мы с их помощью увеличим объем продаж? Повысить цены на все товары и/или услуги?

Как мы помним, одно из основных допущений УББК заключается в том, что рыночный спрос всегда является ограничением системы, а значит, для успешного управления ограничениями мы должны подчинить наши внутренние ресурсы потребностям рынка. Поэтому главный вопрос следующий: как сконфигурировать ERP-систему, чтобы она поддерживала процесс принятия управленческих решений, ориентированных на подчинение внутренних ресурсов рынку? Если мы не готовы ответить на этот вопрос, ERP-система не сможет реализовать свой потенциал.

## **Установка ERP-системы: главные вопросы**

Чтобы стало возможным полноценное использование ERP-системы для управления ограничениями, необходимо сначала ответить на десять ключевых вопросов.

1. Что сегодня ограничивает нас в достижении существенных операционных преимуществ?
2. Если информация не поможет расширить ограничение, то зачем нам ERP? И даже если ERP-система облегчит нам эту задачу, все ли взаимосвязанные элементы стратегии расширения ограничения у нас подготовлены?
3. Каким образом интегрированная информация может способствовать сохранению операционного преимущества?
4. Куда должно переместиться ограничение системы после тех улучшений, которые мы собираемся провести? Окажется ли оно там, где мы хотели бы его видеть?
5. Все ли решающие данные, необходимые для производственного процесса, должным образом определены?
6. Сформулированы ли должным образом все требования к управленческой информации? Если нет, каких формулировок недостает?
7. Обеспечена ли качественная информационная поддержка процессов принятия решений, используемых в организации? Если нет, что необходимо исправить?
8. Обеспечена ли необходимая поддержка процессов контроля?
9. Содержит ли информационная система данные и процедуры обработки, которые не являются абсолютно необходимыми? Если да, избавьтесь

от них! В сфере управления производством нет смысла собирать и отслеживать информацию просто потому, что у нас есть такая возможность!

10. Все ли будущие пользователи новой глобальной системы знакомы с ее проектом и одобрили этот проект?

## Управление цепями поставок

В последнее время в кругах профессиональных управленцев получила распространение концепция цепей поставок и управления такими цепями (Supply Chain Management, SCM). На сегодня это, пожалуй, высшее достижение в области системного мышления.

Цепь поставок включает все процессы от исходного сырья до конечного потребителя. Например, в цепь поставок для пачки картофельных чипсов, которые вы едите дома, войдут: фермер и всё, что он делает, чтобы вырастить картофель; оптовый дистрибьютор, закупающий картофель у фермеров и поставляющий его предприятиям пищевой промышленности; фабрика, производящая картофельные чипсы, где режут, обжаривают и упаковывают чипсы семнадцати разных вкусов и двух разных форм (обычные и рифленые); розничный дистрибьютор, который перевозит чипсы с фабрики в точки продаж; розничный магазин, где вы покупаете себе пачку чипсов со вкусом бекона прямо перед двойным футбольным матчем в воскресенье.

Эта цепь поставок состоит из независимых организаций различного размера и сложности. Важно помнить, что хотя ERP-системы часто рекламируются как инструменты управления цепями поставок, они на самом деле интегрируют лишь одно звено такой цепи — в нашем примере это фабрика, производящая чипсы.

Поддержка, которую может предоставить ERP-система, ограничивается каналами связи с соседними звеньями цепи. В примере с картофельными чипсами это менеджер по закупкам розничного дистрибьютора и менеджер по поставкам оптового дистрибьютора.

Концепция SCM основывается на допущении, что цепь, функционирующая как единая система, может добиться лучших результатов, чем ее звенья, действующие по отдельности. Теоретически эта концепция верна. На самом деле, это одно из трех ключевых допущений теории ограничений (второе), и мы честно применяем его, оставаясь внутри системы.

Но практическое достижение этих лучших результатов за счет системного подхода — очень и очень непростое дело. Необходимо, чтобы от объединения выигрывали все участники цепи поставок, а ведь это независимые организации, и их цели различны. Каждое звено обычно заинтересовано в собственной локальной эффективности. Представьте, как отреагировали бы ваши поставщики сырья на предложение подчинить свои прибыли

(и дивиденды, выплачиваемые акционерам) использованию вашего рыночного ограничения!

По-настоящему эффективная цепь поставок может работать только под управлением единой глобальной и объективной ERP-системы. Это позволит проводить общую политику использования ограничения и подчинения неограничений, охватывающую все звенья цепи. Разумеется, управленческое планирование в такой ERP-системе должно быть построено на принципах, укрепляющих и усиливающих интеграцию, что, в свою очередь, требует от всех звеньев поддержки интеграционных принципов и полного взаимного доверия. Но даже при таком единодушии необходимо еще, чтобы в каждом звене цепи полностью *осознавались* новые правила взаимодействия, а новая конфигурация системы управления *воспринималась* как выгодная для всех участников.

Давайте представим, что вы в своей организации сумели добиться эффективного использования рыночного ограничения и подчинения рынку, а вашим поставщикам это не удалось. Возможно, они даже не понимают, что такое использование и подчинение. То, что они не могут подчиниться вашим потребностям, в какой-то мере ограничивает ваши возможности по подчинению рынку. Таким образом, невозможно обеспечить эффективное управление цепью поставок, пока в ней будет оставаться хотя бы одно звено, не способное к эффективному использованию и подчинению ресурсов.

Вывод в данном случае прост. Возможно, мы так никогда и не сможем эффективно управлять всей цепью поставок. Но если вы встали на путь применения ТОС/ББК, то вы заинтересованы в том, чтобы ваши поставщики и клиенты сделали то же самое.

## **Управление цепью поставок: пример**

Давайте предположим, что вы работаете по принципам ТОС и применяете метод ББК. Ограничение вашей системы — рыночный спрос, т. е. потребности заказчиков, которым вы подчиняете внутренние ресурсы предприятия. Но ваши поставщики не используют ТОС и максимизируют свою внутреннюю эффективность в ущерб качеству того обслуживания, которое они предоставляют вам. В результате у вас появляется новое ограничение, что мешает вам эффективно подчинять работу рыночному ограничению.

Пусть ваш поставщик согласен поставлять определенный материал партиями не менее 1000 единиц: это количество соответствует одной смене работы некоторого участка — дорогостоящего, но не РОМ. 1000 единиц вам хватает на шесть месяцев продаж конечного продукта, на производство которого идет данный материал. Таким образом, вы вынуждены держать большие запасы материала только потому, что поставщик ставит на первое место снижение затрат. Что еще хуже, из-за большого размера партий и, как следствие, высоких объемов незавершенного производства

срок выполнения заказа на минимальную партию составляет у поставщика три месяца, но иногда он даже при таких сроках задерживает отгрузку. Внедрив ББК и сократив размер партии, он смог бы зарабатывать больше за счет быстрой обработки большого числа мелких заказов, но как вы ему это объясните?

Как вы думаете, насколько эффективным может быть в такой ситуации управление цепью поставок? Это явно несбыточная мечта. Вы можете лишь добиваться от соседних звеньев, чтобы они тоже применяли в своей работе принципы ТОС, и успех не гарантирован. Однако вы в состоянии успешно управлять собственными ограничениями. Поэтому если нельзя оптимизировать метасистему, постарайтесь сделать то, что в ваших силах, для оптимизации своей системы.

## Выводы

Итак, наша книга подошла к концу. Чтобы подвести итоги, вспомним основные выводы 14 глав, которые вы прочли:

1. Компании живут (или погибают) как целостные системы, а не как совокупности отдельных независимых процессов.
2. Производительность сложных систем в каждый конкретный момент времени ограничивается небольшим числом факторов — возможно, всего одним фактором. Это и есть ограничение системы.
3. Борьба за локальную эффективность неизбежно приводит к субоптимизации системы и вредит ее общей эффективности.
4. Ограничения могут быть внутренними или внешними. Внутри этих двух категорий выделяются следующие типы:
  - физическое ограничение: ресурс (РОМ), материал;
  - правила, в том числе:
    - поставщики: ненадежный поставщик (качество товаров/услуг или слишком большие сроки поставок);
    - финансы (пример: отказ рассматривать возможность введения новой ассортиментной позиции, если предполагаемая норма прибыли менее 20%);
    - рынок (сроки исполнения заказов, цена, ассортимент продукции);
    - знания/компетентность (знания: мы не знаем, как сделать то, что нам нужно; компетентность: у нас нет людей, умеющих делать то, что нам нужно).
5. Рыночный спрос всегда является ограничением: обычно он ограничивает будущие прибыли, но иногда и текущие.



6. Неопределенность и изменчивость разрушают даже самые тщательные попытки сбалансировать систему.
7. Пять направляющих шагов можно использовать:
  - тактически, для управления сегодняшним ограничением;
  - стратегически, для управления завтрашним ограничением.
8. Генерируемый доход, вложения и операционные расходы помогают связать решения, принимаемые на локальном уровне, с показателями общего финансового успеха.
9. Никакая система не может долго оставаться загруженной на полную мощность без ущерба для ее производительности.

Вернемся теперь к введению и вспомним те четыре вещи, которые мы рассчитывали преподать вам с помощью этой книги. Произошло ли это? Оправдались ли ваши ожидания? У вас в руках инструменты, помогающие усовершенствовать организацию производства. Удастся ли вам успешно использовать их, зависит от четырех взаимосвязанных факторов:

- смогли ли вы понять главную мысль этой книги;
- заинтересованы ли вы в совершенствовании своей системы;
- можете ли вы повлиять на положение дел в своей организации;
- готовы ли вы взять на себя ответственность за преобразования.

Удачи!

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

### ИГРА В КОСТИ

**И**гра в кости предназначена для того, чтобы продемонстрировать влияние случайности (или, по выражению Голдратта, статистических колебаний) на зависимые события. В любой сложной системе одни составляющие зависят от других — тех, выход которых поступает им на вход. Каждая из составляющих так или иначе подвержена колебаниям, и эффекты от этих колебаний последовательно накладываются друг на друга. Иногда накопившиеся отклонения переходят допустимый предел.

#### Ситуация

Для демонстрации того, как отклонения могут накапливаться в сложной системе, мы имитируем работу производственного предприятия с помощью игровых костей и жетонов для покера (рис. ПА.1). Как и в любом казино, здесь нет удачи или везения — только статистическая вероятность.

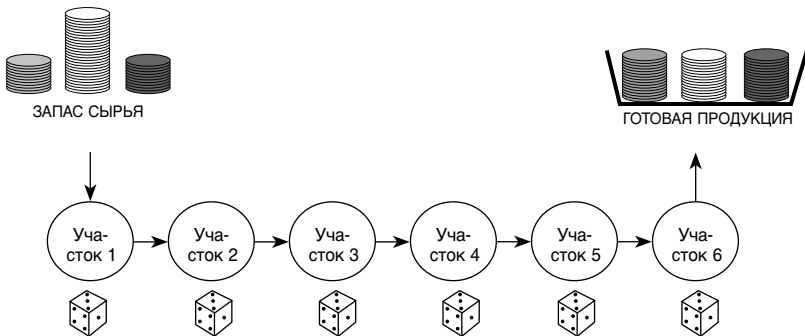


Рис. ПА.1. Схема игры

На предприятии шесть участков, на каждом — один станок (игральная кость), на котором работает один оператор (игрок). Участки выстроены в одну последовательную цепочку.

Также имеется запас сырья — ему соответствуют 100 жетонов для покера (цвет жетонов не имеет значения). По ходу игры в конце производственной цепочки будет накапливаться готовая продукция — примем, что она немедленно реализуется, т. е. превращается в генерируемый доход. Если игроков более шести, те, кому не досталось своего «участка», могут выступать в роли менеджеров по снабжению или по продажам.

## Цель игры

Игра в кости ведется с учебной целью и призвана:

- продемонстрировать влияние случайности на сложную систему;
- помочь пониманию того, к каким эффектам может приводить накопление случайных отклонений в цепочке обусловленных событий;
- оценить, в какой мере управление ограничениями (особенно первые три из пяти направляющих шагов) помогает преодолевать изменчивость системы с зависимыми событиями.

## Процесс производства жетонов

Каждому рабочему участку соответствует одна игральная кость (кубик с шестью гранями), представляющая станок. Игрок (оператор) бросает ее один раз за день условного времени. Число точек на выпавшей грани — это объем продукции, обработанной станком за день.

Между участками лежат стопки жетонов — они представляют в игре частично обработанные изделия, которые прошли предыдущий этап производственного процесса днем ранее. Каждый круг игры будет включать 10 бросков — 10 условных дней, т. е. две рабочие недели.

## Проблема

Ваша задача — управлять производственным процессом как можно более консервативно, контролируя эффективность и результативность работы с помощью показателей чистой прибыли (Net Profit, NP) и рентабельности инвестиций (Return on Investment, ROI). Формулы для их расчета приведены на рис. ПА.2. В рамках игры мы не будем учитывать операционные расходы — примем, что они постоянны и уже выплачены. Таким образом, для эффективного управления производством (максимизации чистой прибыли)

вы должны максимизировать генерируемый доход; для обеспечения результативности требуется минимизировать объем незавершенного производства. Итак, ваша задача на 10 дней:

- Произвести как можно больше готовой продукции (жетонов).
- При этом оставлять как можно меньше НЗП.

$$\text{Чистая прибыль} = \text{Генерируемый доход} - \text{Операционные расходы}$$

$$NP = T - OE$$

$$\text{Рентабельность инвестиций} = \frac{\text{Генерируемый доход} - \text{Операционные расходы}}{\text{Вложения}}$$

$$ROI = \frac{T - OE}{I}$$

**Рис. ПА.2. Формулы для расчета чистой прибыли и рентабельности инвестиций**

## Основные правила

Вот правила, по которым должна вестись игра. Будьте внимательны — практически никто не делает все правильно с первого раза!

- Каждый бросок кубика соответствует объему производства за один рабочий день (восьмичасовую смену).
- Все игроки бросают свои кубики одновременно — ведь все они работают в одну и ту же смену.
- Первый участок — так называемый входной — берет жетоны (сырье) из неограниченного (более или менее) источника, контролируемого менеджером по снабжению.
- Все остальные участки берут жетоны только из стопки, расположенной между данным участком и тем, который предшествует ему в цепочке процесса.

Каждый игрок может брать только жетоны, переданные ему на предыдущем ходе. Обратите на это особое внимание — именно здесь чаще всего возникает путаница. Вам запрещено ждать, пока предыдущий игрок бросит кубик и переместит жетоны в вашу стопку, — даже если количество жетонов, которые у вас есть, меньше, чем число выпавших вам очков.

- Предполагается, что процесс уже запущен и работает стабильно, т. е. внутри системы с прошлой недели скопилось некоторое количество продукции на разных стадиях производства.
- Задайте начальный объем незавершенного производства, положив между каждыми двумя соседними участками по четыре жетона. Это

количество соответствует среднему числу точек на грани кубика (3,5), округленному до целочисленного значения.

## Производственная ведомость

Ни одно уважающее себя производственное предприятие не может долго прожить без данных. Чтобы корректно оценивать работу участков, мы будем вносить их данные за каждый условный день (бросание кубика) в специальные ведомости. Бланк ведомости представлен на рис. ПА.3.

В первой колонке ведомости находятся числа от 1 до 10 — номера условных дней. Во второй колонке указывается запланированный выход продукции на соответствующий день. Он принимается равным 3,5, т. е. среднему числу точек на гранях кубика. Игрок должен вписать значение 3,5 во все графы второй колонки с 1-й по 10-ю, а в последней строке — «Итого за 2 недели» — указать сумму (35). Это же значение следует вписать в графу «[7] Объем (план)» в нижней части листа. При каждом ходе игроки, бросив свои кубики, записывают:

- в колонке 3 — выпавшее число очков;
- в колонке 4 — число жетонов, которые удалось переместить в сторону следующего участка.

Две последние колонки остаются незаполненными — соответствующие значения рассчитываются по окончании круга игры.

[1] Ход (день)	[2] План	[3] Очки	[4] Жетоны	[5] Эффективность [4]/[3]×100%	[6] Результативность [4]/[2]×100%
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Итого за 2 недели					

[7] Объем (план)	[8] Объем (факт)	[9] Просроченные поставки	[10] Незавершенное производство
(Итог по колонке 2)	(Итог по колонке 4)	[8] – [7]	(Сумма по всем участкам)

**Рис. ПА.3. Производственная ведомость**

Пройдя все 10 дней, посчитайте сумму первых трех столбцов и заполните графы под номерами 8, 9 и 10.

## Инструкции

1. Бросьте кубик — все игроки должны сделать это одновременно.
2. Запишите выпавшее число в колонке 3.
3. Отсчитайте жетоны по числу выпавших очков, если в вашей стопке есть нужное количество, и всю стопку в противном случае.
4. Переместите отсчитанные жетоны в стопку следующего участка (игрока). Все игроки должны сделать это одновременно.
5. Запишите число перемещенных жетонов в колонке 4.
6. Повторите шаги 1–5 десять раз.

*Помните:* Игроки, занимающие участки 2–6, не могут использовать жетоны, полученные во время текущего хода (условного дня). Разрешается отсчитывать и перемещать только те жетоны, которые соответствуют работе, выполненной накануне (на предыдущем ходе), — даже если у вас выпало больше очков!

## Итоговая отчетность

После десятого хода игроки должны заполнить оставшиеся графы своих ведомостей, рассчитав показатели «Эффективность» и «Результативность» (колонки 5 и 6), и сдать отчеты координатору.

Координатор изучает результаты и слегка «страшает» тех, у кого эффективность оказывается ниже 90%, обещая лишить годовой премии, если они не улучшат свои показатели.

Указав на то, что эффективность и результативность сопоставимы с показателями, оцениваемыми в реальной ситуации, — даже если значения различаются, — координатор заполняет сводную таблицу «Результаты команд» (рис. ПА.4). В колонках «План» он проставляет:

- для выхода — 35;
- для незавершенного производства — 20.

В колонках «Факт» проставляются реальные результаты каждой из игравших команд. Теперь следует проанализировать данные.

*Сколько команд выполнили план (35)?*

[ОТВЕТ: Ни одной, хотя некоторые могли подойти достаточно близко к заданному показателю.]

	ВЫХОД		НЕЗАВЕРШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО	
	План	Факт	План	Факт
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Рис. ПА.4. Результаты команд**

*У скольких команд объем незавершенного производства в системе оказался больше первоначального?*

[ОТВЕТ: У большинства, если не у всех.]

*Было ли в системе узкое место? Где оно находилось?*

[ОТВЕТ: Обычно игроки указывают на тот участок, где скопилось больше всего жетонов.]

*Если мы повторим все сначала, скопится ли больше всего жетонов у того же самого игрока?*

[ОТВЕТ: Нет. Ни один участок не является ограничением. Линия сбалансирована (у каждого игрока есть возможность выбросить 6 очков). Фактором, снижающим производительность, была только случайность.]

*Почему никому не удалось достичь цели?*

[ОТВЕТ: Фактор случайности снизил производительность. Поскольку все участки, кроме первого, зависели от выхода предыдущего этапа, случайные колебания накладывались друг на друга, и результат проявился на последнем этапе процесса. Среднее итоговое значение для процесса из шести последовательных этапов всегда будет меньше, чем средние значения для отдельных этапов. Именно поэтому никому не удалось достичь до 35 (если только все играли честно).]

## Выводы (первый круг)

Резюмируем итоги проведенной игры:

- Средний показатель для серии зависимых событий всегда ниже, чем средний показатель каждого из событий серии.
- В серии зависимых событий колебания, происходящие на каждом шаге, накапливаются и проявляются на последнем шаге.
- Поскольку производительность всех участков одинаковая (сбалансированная), общая производительность оказалась меньше среднего числа очков на гранях кубика (3,5). Если бы мы имели дело с несбалансированной линией, где бы производительность на разных участках не совпадала (как обычно и бывает в реальной жизни), общая производительность была бы меньше средней производительности самого слабого (маломощного) участка.

Таким образом, система не в состоянии произвести больше, чем производит ее самое слабое звено, с поправкой на случайные отклонения.

## Инструкции для второго круга

Теперь нужно будет запустить новый вариант нашего условного производственного процесса еще на 10 «дней». Проведите следующие изменения:

- Заберите у игроков обычные кубики.
- Верните все жетоны на «склад сырья».
- Раздайте игрокам специальные несбалансированные игральные кости.

*Примечание: Эти специальные кости можно найти в большинстве магазинов игрушек. Они продаются упаковками по шесть штук. Как правило, в набор входят кубики с 4, 6, 8, 10, 12 и 20 гранями. На гранях 10-, 12- и 20-гранных кубиков надписаны цифры (6 и 9 различаются точкой внизу справа от цифры). Во время игры 0 на 10-гранном кубике считается за 10. На каждой грани 4-гранного кубика (тетраэдра) написано по три числа, причем независимо от того, на какую грань упадет тетраэдр, на всех трех открытых гранях внизу (ближе к поверхности стола) будет стоять одно и то же число. Именно это число считается выпавшим.*

- Отдайте 20-гранный кубик (икосаэдр) первому участку.
- Отдайте тетраэдр третьему или четвертому участку.
- Отдайте 12-гранный кубик (додекаэдр) шестому участку.
- Остальные кубики распределите произвольно.



## Основные правила (второй круг)

В этом варианте у нас есть легко выделяемое ограничение — тот участок, (третий или четвертый), которому достался тетраэдр. Задача игры та же: максимизировать выход продукции, минимизировать незавершенное производство.

Однако плановый показатель теперь другой — он соответствует средней «производительности» ограничения, т. е. 2,5 в день. Мы также изменим первоначальное количество жетонов, представляющих продукцию в процессе производства: между соседними участками будет лежать по три жетона. Игроки могут обсудить свою стратегию в течение 5 минут перед началом игры и, если пожелают, отказаться от подхода, применявшегося в первом круге. Разрешается менять любые правила, за следующими исключениями:

- нельзя перемещать оборудование (менять последовательность кубиков);
- нельзя менять до начала игры количество или расположение частично обработанной продукции;
- нельзя «вводить дополнительные смены», т. е. бросать кубик более одного раза за один ход (условный день).

Игроки должны записать новые правила и уметь объяснить по окончании круга, как они действовали и почему именно так. Ведомости заполняются точно так же, как и в первом круге игры.

## Итоговая отчетность

После десятого хода игроки подготавливают отчеты, как и в прошлый раз. Можно не заполнять колонки «Эффективность» и «Результативность» (столбцы 5 и 6) — этот момент мы уже обсудили.

Координатор, как и на первом круге, заполняет общую таблицу «Результаты команд» (рис. ПА.4), вписывая в колонку «План»:

1. для выхода — 25;
2. для незавершенного производства — 15.

Затем он узнает результаты команд, заносит их в столбец «Факт» и переходит к анализу данных:

*Сколько команд выполнили план (25)?*

[ОТВЕТ: Никто, хотя некоторые могли подойти достаточно близко. Причина — случайные колебания (как и в прошлый раз).]

*У скольких команд итоговый объем незавершенного производства в системе оказался больше первоначального?*

[ОТВЕТ: Возможно, у некоторых он и больше, но у большинства он меньше исходного уровня или приблизительно равен ему.]

*Какие правила изменили команды, чтобы им было проще управлять производством? Что произошло в результате этих изменений?*

[ОТВЕТ: Скорее всего, они ограничили «отпуск сырья», чтобы его темпы соответствовали «мощности» ограничения (тетраэдра), — иначе говоря, «привязали канат» к «барабану» (тетраэдру).]

*Были ли такие моменты, когда узкое место вынужденно «простаивало»?*

[ОТВЕТ: У большинства (если не у всех) команд это должно было случиться хотя бы один раз за игру, с большой вероятностью в ее начале. То есть на тетраэдре выпадало больше очков, чем имелось жетонов перед участком. Некоторые команды могли предвидеть такую проблему и предусмотреть буфер (задел материалов) перед ограничением.]

## **Выводы (второй круг)**

- Система более предсказуема, когда есть конкретное ограничение, которым можно управлять.
- При управлении по ограничениям нужно следить за гораздо меньшим числом переменных, и всегда известно, за чем следить.
- Невозможно добиться, чтобы все шло гладко (меньше незавершенного производства, больше своевременных поставок) и при этом все части системы работали эффективно.
- Чтобы оптимизировать управление своей системой, игрокам потребовалось:
  - найти ограничение (тетраэдр);
  - использовать ограничение (гарантировать, чтобы оно не простаивало);
  - подчинить не-ограничения (не использовать их, когда это не было нужно, чтобы ограничение не оставалось без работы).
- Затраты (I, OE) не увеличились. Все, что было сделано, сводилось к изменению правил управления производством.

## **Третий круг (по желанию)**

После того как мы нашли ограничение, научились его использовать и подчинять этой задаче работу остальных ресурсов, у нас вряд ли остались возможности еще увеличить генерируемый доход без дополнительных затрат.

Единственный путь — расширить ограничение, т. е. увеличить его производительность. Это всегда связано с увеличением операционных расходов (сверхурочная работа, дополнительные смены) или с дополнительными вложениями (приобретение оборудования, оснащения).

## **Основные правила (третий круг)**

Правила будут точно такие же, как и во время второго круга, с одним исключением: мы позволим повышать мощность участков. Это можно будет делать только за счет дополнительных смен, поскольку кубиков у нас в запасе не осталось.

Команды смогут добавлять смены где угодно в системе в любой момент. Однако, как и в реальной жизни, эти дополнительные смены будут стоить дополнительных денег (ОЕ). Каждый участок должен будет вести учет отработанных дополнительных смен, а в конце круга, при подведении итогов, за эти смены потребуются «расплатиться». Для этого из стопки жетонов, представляющих готовую продукцию, нужно будет изъять по одному жетону за каждую дополнительную смену, отработанную любым из участков (не обязательно ограничением). Так мы учтем расходы на дополнительные смены.

Игрокам дается несколько минут, чтобы обсудить тактику избавления от ограничений. Затем начинается игра. Данные вносятся в ведомость так же, как и в прошлые разы, кроме того, отмечаются дополнительные смены (бросания кубика). Здесь необходимо особенно тщательно следить за синхронизацией, чтобы не нарушить процесс перемещения жетонов.

## **Итоговая отчетность**

После десятого хода игроки заполняют и сдают ведомости, затем координатор заполняет общую таблицу «Результаты команд». В колонку «План» он вписывает:

- для выхода — 25;
- для незавершенного производства — 15.

Перепроверив, что при подведении итогов были учтены все дополнительные смены, координатор вносит результаты команд в колонку «Факт» и переходит к анализу результатов.

*Сколько команд выполнили план (25)?*

[ОТВЕТ: Большинство, так как благодаря возможности вводить дополнительные смены им удалось компенсировать случайные отклонения. Некоторые даже выпустили сверхплановые жетоны.]

*У скольких команд объем незавершенного производства в системе оказался больше первоначального?*

[ОТВЕТ: У большинства этот объем должен быть меньше исходного уровня или приблизительно таким же. Некоторые могут ненамного его превысить.]

*Отметили ли игроки какие-нибудь особенности в этот раз?*

[ОТВЕТ: Ограничение должно было сдвинуться с участка с тетраэдром (если на нем вводились дополнительные смены) на участок с традиционным (6-гранным) кубиком.]

*Были ли такие моменты, когда узкое место вынужденно «простаивало»?*

[ОТВЕТ: Как и во втором круге, это могло случаться в начале игры. Игроки быстро научаются защищать участок с тетраэдром, создавая для него задел, но при введении дополнительных смен они могли забыть увеличить размер буфера или недостаточно увеличить его.]

*Какие правила изменили команды, чтобы им было проще управлять производством? Что произошло в результате этих изменений?*

[ОТВЕТ: При введении дополнительных смен для участка с тетраэдром нужно было увеличить размер буфера (задела) перед ним, чтобы избежать «простоев». Когда ограничение переместилось на участок с обычным (6-гранным) кубиком, буфер стал нужен уже там. После этого буфером перед участком с тетраэдром можно пренебречь (если вторые смены продолжаются), а для компенсации достаточно увеличить «отпуск сырья» на входном участке. Материалы могут накапливаться перед участком с обычным кубиком, пока их количество не достигнет требуемого уровня.]

## Общие выводы

Какие же уроки можно извлечь из нашей игры в кости?

- Оптимум системы не равняется сумме локальных оптимумов. Нельзя довести до максимума эффективность всех элементов.
- Все системы подвержены случайности, а их элементы зависят друг от друга.
- Если мы попытаемся сбалансировать производственный процесс (обеспечить одинаковую мощность на всех этапах), он не сможет долго оставаться сбалансированным — этому помешают колебания и зависимость элементов друг от друга.
- Пытаясь оценивать сложные системы по показателям локальной эффективности и управлять ими на основе этих показателей, вы не просто потеряете время — вполне возможно, что этим будет нанесен вред общей результативности системы.

- Зная, где находится ограничение системы, и максимально используя его, мы сможем лучше контролировать систему, и путаницы будет меньше.
- Подчиняя работу не-ограничений задаче использования ограничения, мы максимизируем производительность системы без дополнительных вложений и операционных расходов. Другими словами, эффективное решение проблем, связанных с ограничением, колебаниями и зависимостью, не обязательно должно стоить больших денег.
- Успех зависит от способности выделить немногие важные моменты из основной массы, не представляющей интереса.
- И — что, пожалуй, важнее всего — любые изменения мощности, которые вы произведете внутри системы, с большой вероятностью вызовут перемещение ограничения.

## Приложение Б

# ИНТЕРАКТИВНЫЙ СИМУЛЯТОР ПРИМЕРОВ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ (MICSS)

**О**т концепций мало пользы, если мы не можем их применить. Особенно это касается тех случаев, когда мы знакомимся с новыми концепциями: попытка применить их в реальной ситуации несет с собой риск. Во-первых, в реальном мире много переменных, и некоторые из них не поддаются контролю. В каких-то случаях колебания этих факторов и даже сама неопределенность внешней среды могут отрицательно повлиять на результаты. Обычно такое влияние носит временный характер, но его может быть достаточно, чтобы поставить под угрозу опыт обучения новым концепциям. Другой источник риска — последствия в случае неудачного исхода. Результаты тестирования новых концепций, с которыми вы познакомились в учебной аудитории, на примере реальной системы могут оказаться неудачными из-за отсутствия опыта, а настоящая производственная система может быть не очень хорошо приспособлена к тому, чтобы справляться с неудачами, возникающими в процессе обучения.

Новички в деле алмазной резки не начинают свою практику с настоящих алмазов. Они тренируют свои навыки на камнях, которые раскалываются так же, как алмазы, но не имеют особой ценности. Соответственно, торговец алмазами не рискует испытать «большие сожаления» из-за неудач, возникающих в процессе обучения. Аналогично такому подходу, мы дарим читателям возможность испытать эти новые концепции в относительно безопасной среде симулятора. Так что развлекайтесь — пробуйте разные вещи и не волнуйтесь по поводу последствий. В этой симуляции всегда можно обнулить показатели и начать все сначала.

Программное обеспечение, которое прилагается к этой книге, называется «Интерактивный симулятор примеров для руководителей» (MICSS). Эта программа-симулятор, с одной стороны, приближена к реальному миру со всей его сложностью, но, с другой стороны, достаточно проста, чтобы поль-

зователи могли освоить ее за относительно короткий срок. В первый раз эта программа покажется пользователям в каком-то смысле непостижимой. И в этом нет ничего плохого, ведь реальность тоже иногда вызывает перегрузку органов чувств! Так что в этом отношении MICSS является достаточно точным отображением реальности, на которой предстоит учиться.

## «Пешеходная экскурсия» по MICSS

Цель данного приложения — предоставить читателям достаточный объем обзорной информации по MICSS и ее функциям. Давайте познакомимся с этой программой. Если вы еще не загрузили ее на свой компьютер, пожалуйста, сделайте это сейчас. Для установки программы MICSS запустите файл `Micss.exe`, который находится на компакт-диске, приложенном к этой книге. Появится окно, в котором вам нужно указать, в какую папку будут помещены программные файлы. После этого для запуска процесса установки нажмите кнопку «Извлечь». Программа установки создаст в указанном вами каталоге папку `Micss`, скопирует туда необходимые файлы, а также создаст ярлык для запуска программы с названием «Симулятор MICSS» на Рабочем столе.

Когда вы запустите файл `mics32.exe`, находящийся в папке с установленной программой, (или дважды щелкнете на ярлыке «Симулятор MICSS»), откроется первое окно с информацией. Нажмите курсором мышки кнопку «ОК» в нижнем правом углу. Появится окно «Открыть сеанс» со списком сценариев. Чтобы совершить обзорную экскурсию по MICSS, выберите сценарий с названием `adv200.msb` и нажмите кнопку «Открыть». В симуляторе откроется окно с информацией, озаглавленное «Маркетинг» (рис. ПБ.1). Мы готовы начать экскурсию.

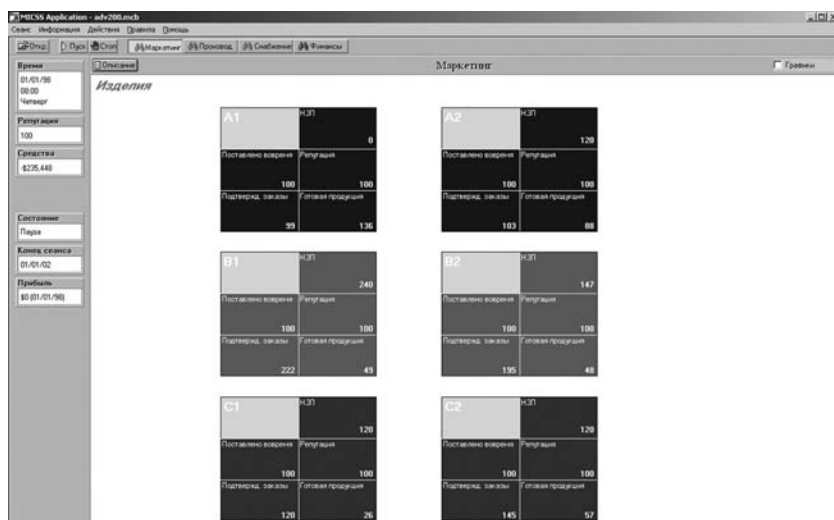


Рис. ПБ.1. Раздел «Маркетинг»

## Функциональные разделы

Можно считать MICSS миниатюрной версией системы планирования ресурсов предприятия (ERP-системы). Конечно же, она гораздо проще, чем большие коммерческие пакеты ERP-систем, но функции у нее похожие. Как и «большие» ERP-системы, MICSS состоит из связанных между собой модулей, объединяющих четыре основные функции, которые компания должна выполнять в процессе своей работы. Эти функции — маркетинг, производство, снабжение и финансы.

### Кнопки разделов

На панели задач в верхней части экрана есть четыре кнопки, которые называются:

Раздел «Маркетинг»  
Раздел «Производство»  
Раздел «Снабжение»  
Раздел «Финансы»

Нажимая на каждую из этих кнопок по очереди, вы увидите, что изображение в рабочей области меняется. Мы подробно рассмотрим каждый из этих разделов чуть позже, но сейчас, пожалуйста, выберите раздел «Маркетинг».

### Строка статуса

Обратите внимание, что в строке, которая находится как раз над рабочей областью, отображается название «Маркетинг». В этом месте также видны и другие индикаторы. В настоящий момент вы видите кнопку «Описание» и поле «Графики». По мере работы с симулятором в этой строке время от времени будут появляться и другие индикаторы (сейчас их не видно).

### Строка меню

Прямо над кнопками разделов находится строка меню. В меню есть следующие пункты: «Сеанс», «Информация», «Действия», «Правила» и «Помощь». Каждый из этих пунктов, в свою очередь, имеет соответствующее раскрывающееся меню. Первая и последняя кнопки в меню — «Сеанс» и «Помощь» — содержат одно и то же раскрывающееся меню независимо от того, какой функциональный раздел открыт. Однако содержание раскрывающихся меню остальных трех пунктов — «Информация», «Действия» и «Правила» — зависит от выбранного



раздела. Мы подробно рассмотрим некоторые из этих раскрывающихся меню чуть позже, а остальные вам придется изучить самостоятельно.

## *Панель статуса симуляции*

Вдоль левого края экрана тянется вертикальная панель статуса с несколькими полями:

«Время». Показывает дату и время симуляции.

«Репутация». Отображает суммарную долю своевременных поставок по всей продукции за последние полгода (меняется ежемесячно).

«Средства». Показывает количество денежных средств на банковском счету компании (подробности — далее).

«Состояние». Показывает, в каком состоянии находится симулятор: работает, на паузе или закончил работу.

«Конец сеанса». Показывает дату окончания текущего сценария работы симулятора.

«Прибыль». Показывает текущую прибыль за год по состоянию на начало месяца.

Информация в этих полях отображается постоянно вне зависимости от выбранного раздела. Значения показателей обновляются в соответствии со временем симулятора по мере их изменения.

## **Раздел «Маркетинг»**

Давайте посмотрим на раздел «Маркетинг» более внимательно. В рабочей области вы видите шесть прямоугольников, каждый из которых разделен на шесть блоков. Во всех этих прямоугольниках содержится похожая информация. Каждый прямоугольник соответствует одному из шести видов продукции, которые выпускает компания ADV200. Эти изделия обозначены кодами — с A1 по C2. Рядом с каждым названием изделия находится блок, озаглавленный «НЗП», в котором указано количество единиц этого изделия, которое в настоящий момент обрабатывается в производстве.

Во втором ряду находятся два блока со статусом доставки. Блок под названием «Поставлено вовремя» показывает процент заказов на данное изделие, которые в этом месяце были отгружены вовремя. По умолчанию доля своевременных поставок в симуляторе составляет 100% — до тех пор, пока какая-то из поставок не будет сорвана: тогда процент снизится. В блоке «Репутация» показана скользящая сумма за последние полгода по соответствующему виду изделий. Ежемесячно этот показатель обновляется: в расчет принимаются значения за прошедший месяц, и откидываются значения за самый ранний месяц.

В нижнем ряду каждого из прямоугольников мы видим заголовки «Подтвержд. заказы» и «Готовая продукция». Подтвержденные заказы — это количество продукции, которое компания должна предоставить покупателю, чтобы закрыть уже подтвержденные заказы. По мере работы симулятора этот показатель постоянно меняется. Он снижается, когда готовая продукция доставляется покупателю, и растет, когда поступают новые заказы. Готовая продукция — это количество готовых изделий в наличии, которые можно немедленно отгрузить по подтвержденным заказам. Например, обратите внимание, что объем подтвержденных заказов на изделие B1 составляет 222 штуки. В запасах готовой продукции, которую можно отгрузить по этим заказам, есть только 49 штук, и поэтому еще 240 штук находятся на той или иной стадии производства («НЗП»). Когда эти 240 штук будут готовы, к имеющимся 49 добавятся еще 173 штуки, и этот объем будет отгружен (в соответствии с объемом потребительского спроса, составляющим 222 штуки). Оставшиеся 67 единиц B1 пойдут на склад готовой продукции.

## Маркетинговая информация

В меню раздела «Маркетинг» нажмите кнопку «Информация». Появится раскрывающееся меню (рис. ПБ.2). В этом раскрывающемся меню девять пунктов.

«Информация об изделии». Показывает основные данные по каждому из шести видов продукции.

«Список договоров». В данном конкретном сценарии нет долгосрочных договоров, но если бы они были, то здесь были бы показаны графики доставки для данного периода.

«Основной план производства». Это копия пункта с таким же названием из раздела «Производство». Мы поговорим о нем подробно, когда будем рассматривать этот раздел.

«Общий график продаж». Показывает график продаж за последний год. Более подробная информация приводится ниже.

«Прогноз Ctrl + F». Помимо текущего статуса производства/заказов, эта функция показывает, сколько штук каждого вида продукции предполагается продать за выбранный вами будущий период продолжительностью до 12 месяцев. При использовании данной функции помните, что прогноз — это всего лишь максимально точное предположение, и чем больше горизонт охвата, тем меньше точностью прогноза.

«Продажи за месяц». Показывает объем продаж каждого вида продукции за последние два месяца в денежном и натуральном выражении. Обновляется ежемесячно.

«Общие продажи (усредн.)». Показывает среднемесячное количество продаж за последний год.

«График поставок». Указывает, какие из подтвержденных заказов (и соответствующие объемы продукции) должны быть отгружены, а также

требуемые даты отгрузки. Поскольку завод производит продукцию только на заказ, показаны только подтвержденные заказы.

«Текущие продажи». Более подробная картина деятельности за последний год и последний месяц. Если остановить симуляцию в середине месяца и заглянуть в это окно, в нем будет показан текущий статус с точностью до минуты.

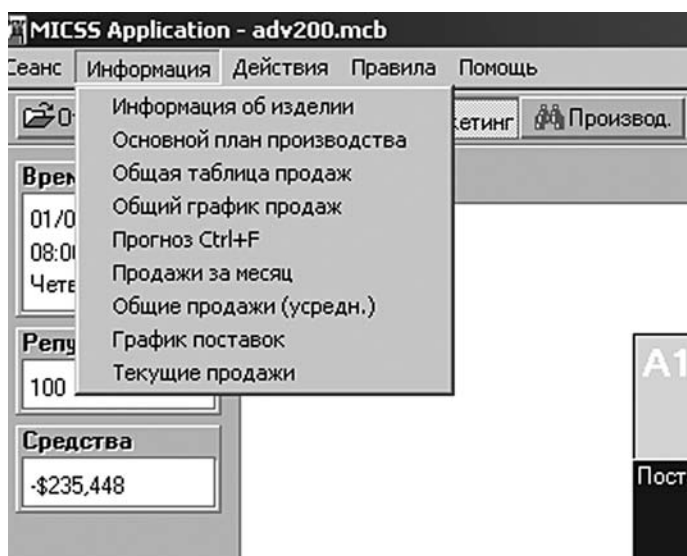


Рис. ПБ.2. Раздел «Маркетинг» | «Информация»

Вы можете по очереди выбрать каждый из этих пунктов, щелкнуть на него и посмотреть, какую информацию вы получите. Пока что давайте сосредоточимся на одной из функций — «Общий график продаж» (рис. ПБ.3).

### Общий график продаж

Обратите внимание, что продажи измеряются в долларах, а не в штуках. Если вы открываете этот график, то видите кривую суммарного дохода от реализации за последний год. Вы также можете воспользоваться небольшим раскрывающимся меню на этом графике, чтобы разбить тренд выручки по видам продукции. Обратите внимание, что, если это сделать, масштаб оси Y поменяется. Некоторые из этих видов продукции подвержены большим перепадам рыночного спроса. Два из них (изделия С) имеют сезонный пик спроса с января по сентябрь. Помните, что это статистика за *прошлый* год. Эти данные ничего не говорят о *текущем* годе.

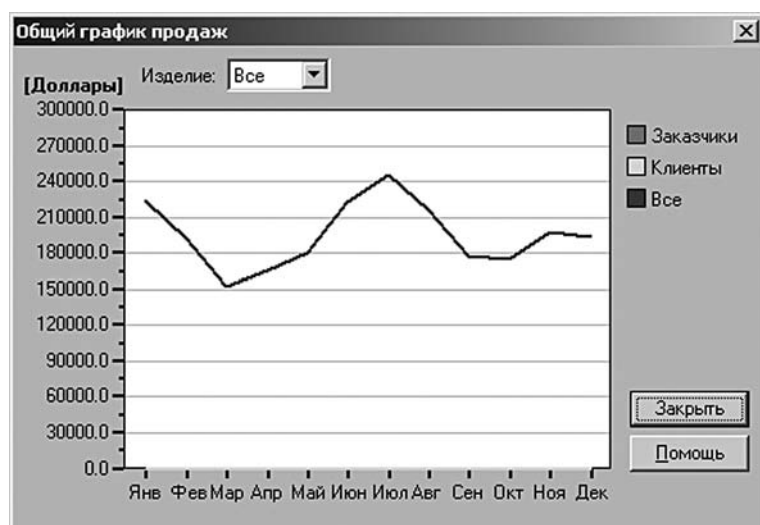


Рис. ПБ.3. Раздел «Маркетинг» | «Информация» | «Общий график продаж»

Закройте «Общий график продаж» и выберите кнопку меню «Правила» (рис. ПБ.4). Затем в раскрывающемся меню выберите пункт «Параметры продукции». Появится окно, показанное на рис. ПБ.5.

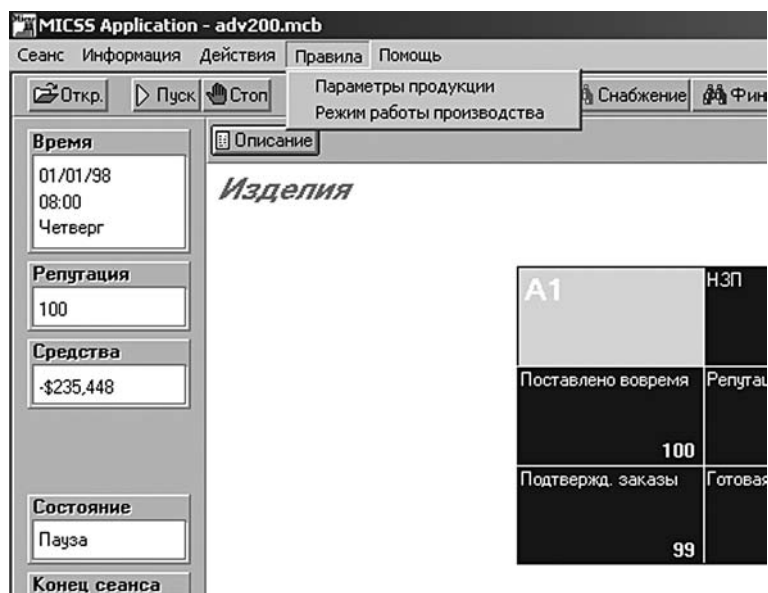
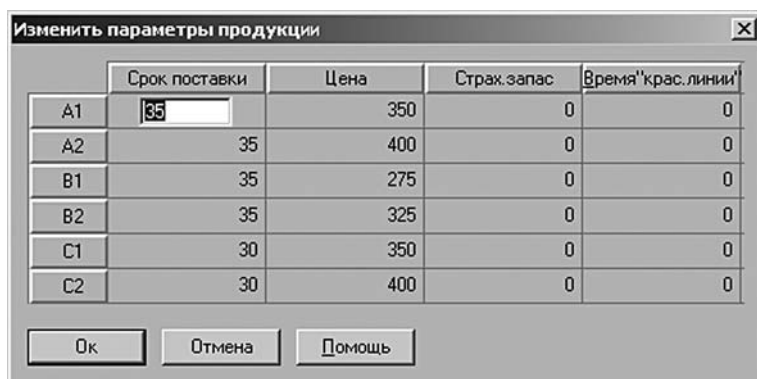


Рис. ПБ.4. Раздел «Маркетинг» | «Правила»



	Срок поставки	Цена	Страх.запас	Время'крас.линий'
A1	35	350	0	0
A2	35	400	0	0
B1	35	275	0	0
B2	35	325	0	0
C1	30	350	0	0
C2	30	400	0	0

Ок Отмена Помощь

**Рис. ПБ.5. Раздел «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции»**

## Параметры продукции

В данном окне указываются обещанные сроки поставки (ОСП) для каждого вида продукции, а также цена за единицу продукции. Как видите, у вас будет возможность менять эти значения. А рынок будет реагировать на эти изменения *обратно пропорционально*! Если вы увеличите сроки выполнения заказа или цену, то можете рассчитывать на падение объема заказов на вашу продукцию. Если вы сократите какой-то из этих показателей, то можете ожидать роста заказов. Чувствительность рынка к изменению этих параметров неизвестна (по крайней мере, чтобы ее узнать, придется действовать методом проб и ошибок).

Все показатели обещанных сроков поставки выражены в рабочих днях. Рабочая неделя состоит из пяти дней — то есть указанный в данном случае срок — 35 дней — соответствует семи рабочим неделям. Обратите внимание, что сроки поставки для изделий C1 и C2 — всего 30 дней. Менеджерам ADV200 пришлось пообещать более короткие сроки выполнения заказа, чтобы соответствовать конкурентам. Все цены выражены в долларах.

Страховой запас, выраженный в штуках, позволяет маркетологам определить количество готовой продукции, которое следует поддерживать в наличии в дополнение к объему подтвержденных заказов покупателей. Страховой запас защищает завод в случае задержек в производстве, потому что его можно отгрузить вместо тех единиц продукции, которые не готовы вовремя. Сроки красной линии, выраженные в рабочих днях, — это защитный механизм, который окрашивает идентификатор соответствующего вида продукции в красный цвет, когда количество дней, оставшееся до даты отгрузки заказа, доходит до значения этого показателя (если количество имеющейся готовой продукции меньше, чем объем заказа). В данном сценарии в настоящий момент не используется ни одна из этих функций.

## Помощь

В любой момент вы можете обратиться к справочной информации, нажав кнопку «Помощь» в строке меню или в любом диалоговом окне. Однако текст справочной системы на сегодняшний день оставлен на английском языке.

## Раздел «Производство»

Теперь нажмите мышкой кнопку «Производ.». Откроется раздел «Производство» (рис. ПБ.6). Сейчас вы видите перед собой схему производства. Каждый из цветных прямоугольников<sup>1</sup> в симуляции представляет собой рабочий участок. Какие-то рабочие участки могут включать всего один станок и оператора. Другие могут содержать два станка и больше. В данном сценарии рабочие участки GT (фильтрация) и РК (упаковка) оба включают по два станка. На остальных рабочих участках по одному станку. Каждый из шести видов продукции проходит через большинство этих станков в процессе производства. Некоторые виды продукции проходят через все станки.

Между фильтрованием и упаковкой есть четыре станка (МА, МВ, МС и МД), а также операция сборки (АС). Каждый из станков с любого рабочего участка может сообщить свой текущий (меняющийся по ходу симуляции) статус работы. Давайте, к примеру, рассмотрим более внимательно станок МА.

### Станок МА

В строке в верхней части прямоугольника, соответствующего станку МА, мы видим его название (МА), а также индикаторы «Мин. переналад.» и «Время переналадки: 120». «Минимум переналадок» относится к правилам эксплуатации станка, и мы обсудим это подробнее чуть позже. «Время переналадки» обозначает, что на переналадку этого станка при переходе с одного вида продукции на другой требуется 120 минут.

Блок под названием «Состояние» указывает, работает станок или нет, и если нет, то почему. Возможные значения этого блока — «Ожид.» (ожидание), «Произв.» (производство) и «Ремонт». Когда станок сломан, информационная система автоматически оповещает отдел технического обслуживания, который отправляет команду ремонтников починить этот станок. Вы, будучи оператором симулятора, не должны волноваться по поводу руководства ремонтом.

---

<sup>1</sup> Какие именно цвета — смотрите в программе-симуляторе.

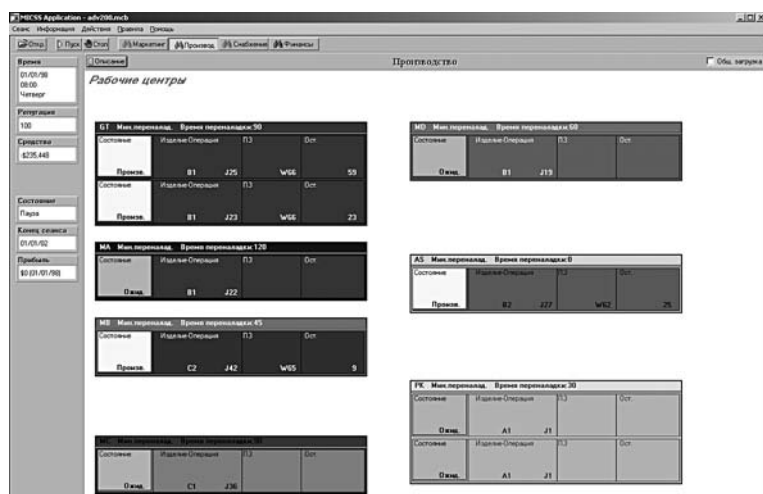


Рис. ПБ.6. Раздел «Производство»

В блоке «Изделие-Операция» отображается, каким видом продукции этот станок занимается в данный момент. МА в настоящий момент настроен на обработку В1, но он бездействует. Это значит, что сейчас нет незавершенного производства, ждущего обработки на этом станке. Если бы до МА дошел производственный заказ на изготовление А2, в первые 2 часа статус станка изменился бы с «Ожидания» на «Наладку», и только потом отобразился бы статус «Производство», соответствующий обработке А2. «Операция» указывает, какая операция в данный момент выполняется с изделием. Поскольку все эти станки многофункциональные, они могут выполнять несколько разных операций (например, шлифование и удаление заусенцев).

Индикатор «ПЗ» показывает номер производственного заказа, который в данный момент выполняется станком. Если посмотреть на МА, то он сейчас не занимается никаким производственным заказом. Однако вы видите, что оба станка GT — а это предшествующая операция — занимаются обработкой производственного заказа № 66.

«Ост.» (осталось) показывает, сколько единиц продукции из конкретного производственного заказа осталось обработать на данном станке. Например, MB осталось девять штук С2 до завершения обработки производственного заказа № 65 на этом рабочем участке.

## Производственная информация

Давайте посмотрим на раскрывающееся меню «Информация» в разделе «Производство» (рис. ПБ.7). Обратите внимание, что перечень пунктов от-

личается от меню «Информация» в разделе «Маркетинг». В этом меню восемь пунктов.

«Информация о рабочем участке». В данном окне отображается информация по каждому изделию: какие виды обработки данного изделия выполняет станок и сколько занимает каждая операция в расчете на одно изделие. Также здесь указываются настройки двух ключевых правил производства, о чем будет говориться более подробно позже.



Рис. ПБ.7. Раздел «Производство» | «Информация»

«Загрузка оборудования». Показывает процент рабочего времени, которое каждый из станков провел в различных состояниях за последние два календарных месяца (рис. ПБ.8). Это окно со скользящими данными за два месяца. Как видите, любой из станков может активно заниматься производством («Произв.»), выполнять переналадку, находиться на ремонте («Ремонт») или простаивать без работы. Обратите внимание, как сильно может меняться профиль загрузки каждого станка от месяца к месяцу в зависимости от изменений рыночного спроса.

«Общая загрузка оборудования (час.)». В данном окне можно найти интересную информацию по двум вопросам. «Вр. выполн. суц. ПЗ» (время на выполнение существующих производственных заказов) — это время работы данного станка, необходимое для выполнения всех производственных заказов, которые сейчас находятся в системе, с настоящего момента и до обещанных сроков выполнения заказа (поскольку все эти заказы подтвержденные). «Вр. обраб. имеющ. партий» (время обработки имеющихся партий) указывает,



Загрузка оборудования								
	December				November			
	Произв.	Перенал	Ремонт	Ожид.	Произв.	Перенал	Ремонт	Ожид.
GT	57.4%	4.5%	6.9%	31.3%	45.3%	3.8%	4.5%	46.4%
MA	18.7%	3.3%	2.8%	75.3%	28.1%	3.8%	3.2%	64.9%
MB	71.3%	2.4%	4.8%	21.4%	64.7%	1.9%	4.7%	28.8%
MC	31.6%	3.3%	3.0%	62.2%	38.4%	3.8%	4.8%	53.0%
MD	36.5%	2.2%	3.7%	57.6%	44.5%	3.1%	4.8%	47.6%
AS	41.2%	0.0%	3.8%	55.0%	40.1%	0.0%	3.8%	56.1%
PK	42.2%	1.1%	5.7%	51.0%	38.9%	0.9%	4.2%	56.0%
<div>Помощь</div> <div>Закреть</div>								

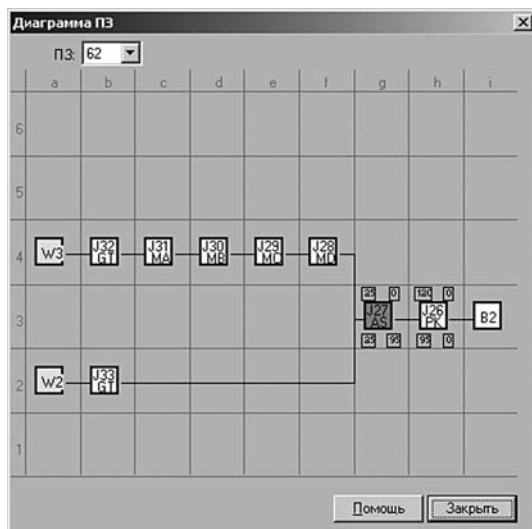
Рис. ПБ.8. Раздел «Производство» | «Информация» | «Загрузка оборудования»

сколько времени должно уйти на выполнение всех запущенных в производство заказов, которые фактически ждут своей очереди у станка. Например, у станка MC время, которое уйдет на выполнение всех подтвержденных заказов в течение следующих 6–7 недель, составляет 46 часов и 30 минут, но по тем заказам, которые уже ждут своей очереди у MC, суммарное время обработки составляет всего 20 часов.

«Состояние производственного заказа». В данном окне отображается поток НЗП, проходящий через производственные мощности, в разбивке по производственным заказам и видам продукции (рис. ПБ.9). Это не план-схема. Скорее, это логическая схема. Сейчас в этом окне показан поток для производственного заказа № 62, который состоит из изделий B2. Один из рабочих участков (AS) по цвету отличается от остальных (розовый, а не желтый, но цвета будет видно только на экране компьютера). Это говорит о том, что производственный заказ № 62 полностью находится на этом рабочем участке. В четырех маленьких пронумерованных прямоугольниках по углам рабочего участка показана более подробная информация о производственном статусе. Число в верхнем левом углу обозначает количество изделий, которые еще предстоит обработать. Число в нижнем левом углу — это количество изделий, которые могут быть обработаны, учитывая объем НЗП, скопившегося в очереди у станка. Число в нижнем правом углу обозначает количество уже обработанных изделий. Показатель в верхнем правом углу в настоящий момент не используется.

«Основной план производства». В этом окне полностью отображается основной план производства по всем известным заказам (рис. ПБ.10). Список можно сортировать разными способами. Если выделить конкретный производственный заказ и нажать кнопку «Показать ПЗ» (показать произ-

водственный заказ), автоматически активируется гиперссылка на подраздел «Состояние производственного заказа» для этого производственного заказа. Можно легко найти любой производственный заказ в производстве.



**Рис. ПБ.9. Раздел «Производство» | «Информация» | «Состояние производственного заказа»**

«Оценка производственных мощностей». Показывает количество единиц каждого вида изделий, которое предполагается произвести до конца периода, указанного оператором симулятора. Также для этого периода времени отображается прогнозируемый профиль активности каждого рабочего участка. Это оценочные значения, основанные на данных прошлых периодов.

«Статистика сроков производства». Показывает среднее время с момента запуска заказа в производство до его выполнения. Другими словами, у одного изделия A1 в среднем уходит 163 часа на то, чтобы пройти весь путь, начиная с отпуска сырья в производство и заканчивая складом готовой продукции. Также указываются показатели стандартного отклонения от среднего значения по каждому виду продукции.

«Техпроцессы всех изделий». В этом окне показана логическая схема маршрута для всех видов продукции, но оператору симулятора необходимо прокрутить изображение на экране вверх-вниз, чтобы увидеть данные по всем изделиям (рис. ПБ.11). Технологическая маршрутная карта по каждому виду продукции показывает, какие виды сырья необходимы (W1, W2, W3), а также какие рабочие участки задействованы в производстве изделия. В прямоугольниках, соответствующих рабочим участкам, ука-

зывается название ресурса, операция (номер с буквой «J») и количество минут, необходимых для обработки одной единицы НЗП.

**Основной план производства**

Прои	Кол.	Ост.	Получен	Срок	Buffer Stat.	ПЗ
B2	16	16	11/26/97	01/13/98	0	W62
B2	15	15	11/27/97	01/14/98	0	W62
B1	9	9	12/01/97	01/16/98	0	W63
B2	89	89	12/01/97	01/16/98	0	W62
B1	111	111	12/01/97	01/16/98	0	W63
C1	6	6	12/05/97	01/15/98	0	W64
C2	6	6	12/05/97	01/15/98	0	W65
C1	114	114	12/08/97	01/16/98	0	W64
C2	114	114	12/08/97	01/16/98	0	W65
B1	5	5	12/24/97	02/10/98	0	W66
B1	15	15	12/25/97	02/11/98	0	W66
A2	6	6	12/26/97	02/12/98	0	W67
B1	10	10	12/29/97	02/12/98	0	W68

Сортировка:  
☒ Время  
☐ ПЗ  
☐ Издел.  
☐ Срок

Показать ПЗ  
Помощь  
Заккрыть

Рис. ПБ.10. Раздел «Производство» | «Информация» | «Основной план производства»

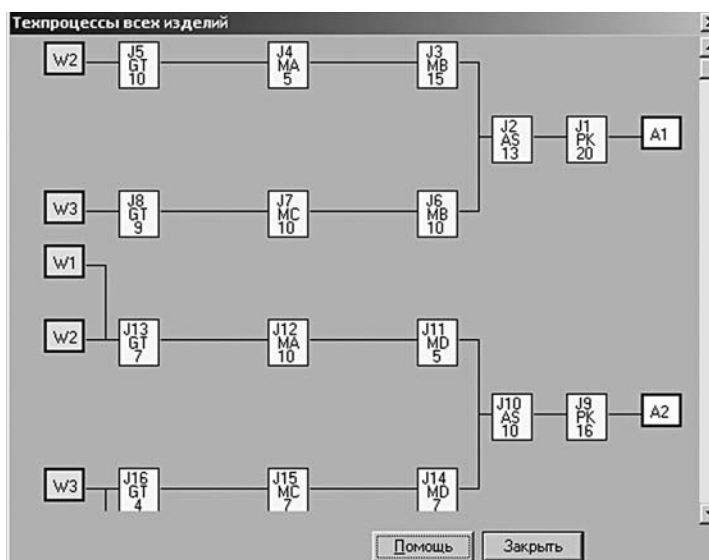


Рис. ПБ.11. Раздел «Производство» | «Информация» | «Техпроцессы всех изделий»

## Правила производства

Закройте окно «Техпроцессы всех изделий» и выберите пункт «Правила» в строке меню раздела «Производство». Появится раскрывающийся список пунктов меню (см. рис. ПБ.12). В меню «Правила» входит пять пунктов.

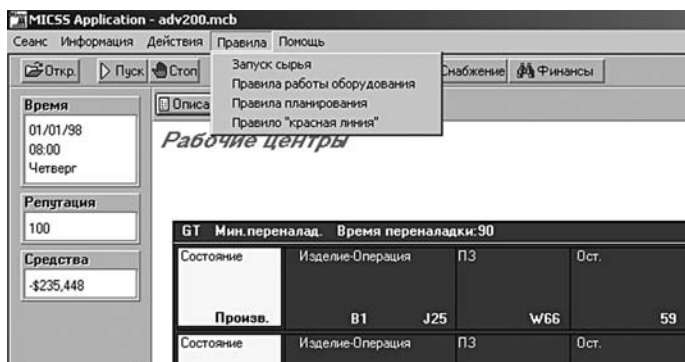


Рис. ПБ.12. Раздел «Производство» | «Правила»

### «Запуск сырья»

Есть три варианта.

«Немедленный запуск» — Дает команду отпускать сырье в производство сразу же после появления нового заказа от покупателя в основном плане производства (рис. ПБ.13).

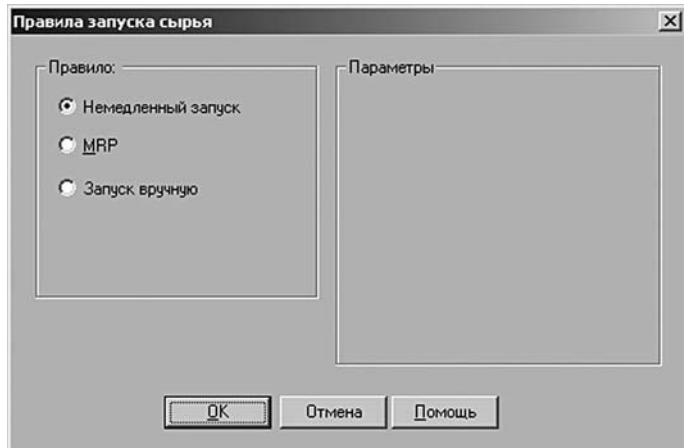


Рис. ПБ.13. Раздел «Производство» | «Правила» | «Запуск сырья» | «Немедленный запуск»

«MRP» — дает команду осуществлять отпуск сырья в производство на основании графика планирования производственных ресурсов (MRP) (рис. ПБ.14). Как видите, в этом режиме пользователь может установить любое время выполнения операции.

«Запуск вручную» — при выборе этого варианта оператор симулятора должен вручную давать команду на отпуск сырья по каждому заказу в основном плане производства.

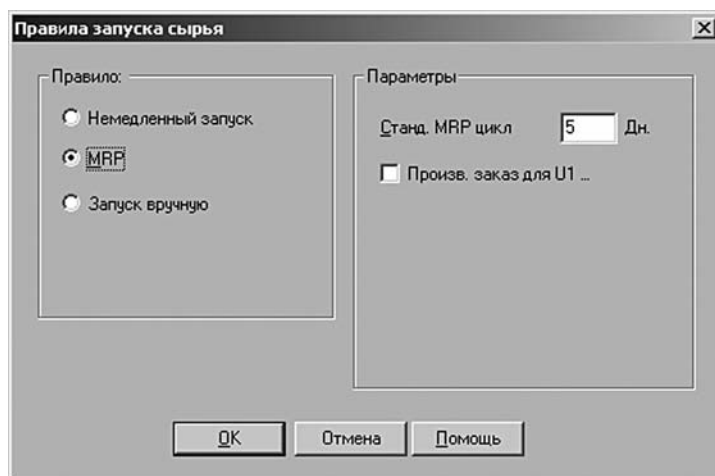


Рис. ПБ.14. Раздел «Производство» | «Правила» | «Запуск сырья» | «MRP»

### «Правила работы оборудования»

Это очень важное меню. Оно говорит оператору станка, что ему делать с поступающим к нему незавершенным производством.

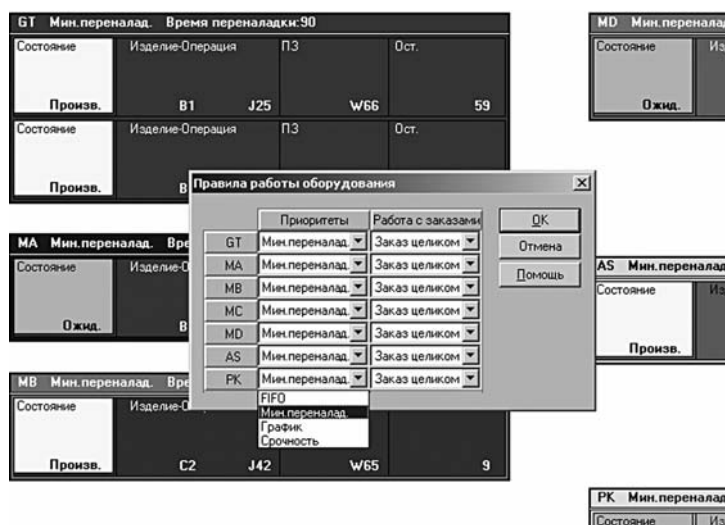
«Приоритеты» — есть четыре варианта на выбор (рис. ПБ.15).

«FIFO» (обработка в порядке получения). Означает, что оператор станка автоматически будет выбирать следующий заказ для обработки на основании данных о том, какой заказ первым пришел на его рабочий участок.

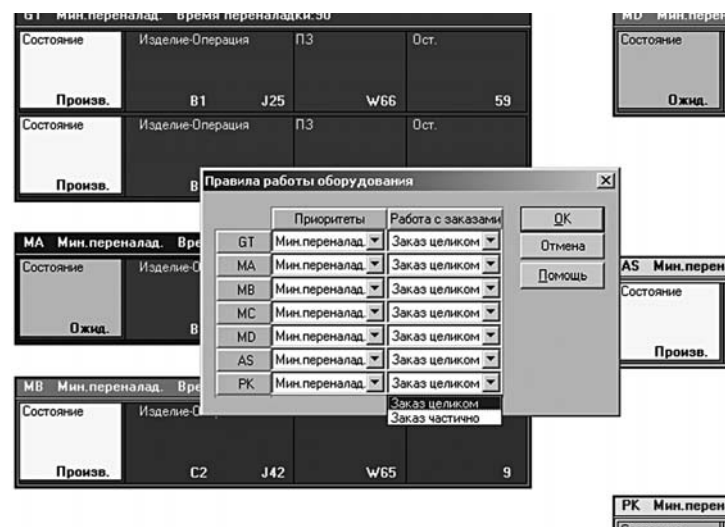
«Мин. переналадок». Означает, что оператор станка будет делать все возможное, чтобы избежать переналадки оборудования. Если есть три заказа, которые ждут своей очереди на обработку, и для двух из них не надо делать переналадку, оператор обработает эти два заказа и только потом осуществит переналадку и выполнит третий, даже если те два заказа и не требуют срочного выполнения.

«График». Означает, что пользователь симулятора составляет график обработки заказов вручную.

«Срочность». Означает, что каждый раз по завершении обработки заказа оператор будет смотреть, какой из заказов, ожидающих своей очереди, имеет самые ранние сроки сдачи. Если есть несколько заказов с разными сроками сдачи, оператор начнет обработку с того, который должен быть сдан раньше, даже если для этого необходима переналадка оборудования.



**Рис. ПБ.15. Раздел «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования» | «Приоритеты»**



**Рис. ПБ.16. Раздел «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования» | «Работа с заказами»**

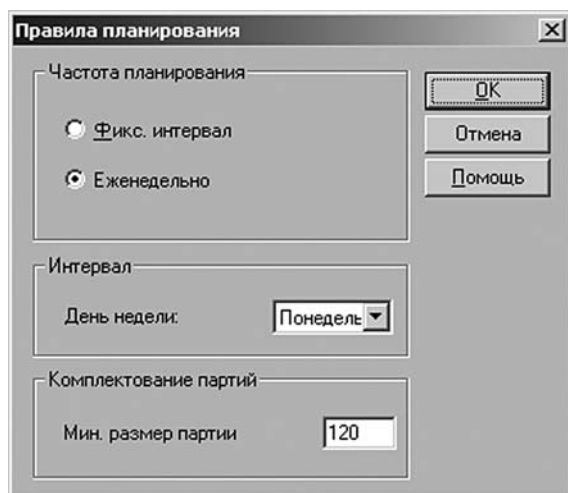
«Работа с заказами». Есть два варианта на выбор (рис. ПБ.16).  
 «Заказ целиком». Означает, что оператор станка не начнет обработку производственного заказа, пока до его рабочего участка не дойдут все

единицы продукции, входящие в этот заказ. Даже если оператор работает по правилу «Срочность», он не начнет обработку следующего по срокам сдачи заказа, пока все изделия, входящие в этот заказ, не будут присутствовать на его рабочем участке.

«Заказ частично». Означает, что если хотя бы какая-то часть производственного заказа дошла до рабочего участка, оператор начнет обработку этого заказа в соответствии с установленным правилом обработки заказов.

### «Правила планирования»

В этом меню устанавливаются некоторые важные критерии планирования производства (рис. ПБ.17).

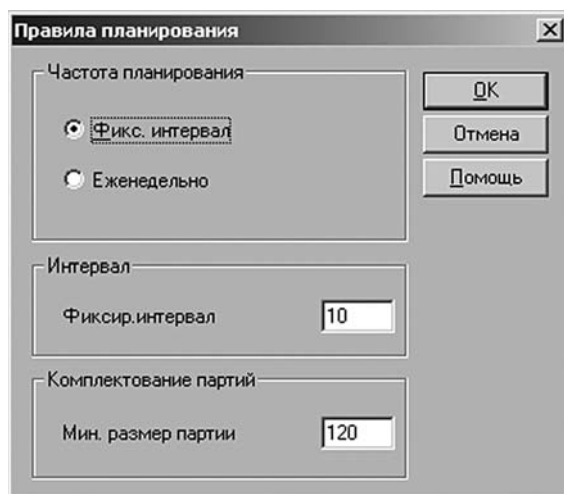


**Рис. ПБ.17. Раздел «Производство» | «Правила» | «Правила планирования» | «Частота планирования (еженедельно)»**

«Частота планирования». Определяет, с какой частотой будет обновляться основной план производства.

«Еженедельно». Значит, что все новые заказы будут придерживаться до следующего обновления плана и включаться в план производства только раз в неделю. В пункте «Интервал» в данном случае отображается день недели, когда обновляется план производства.

«Фикс. интервал» (рис. ПБ.18). Означает, что обновление плана производства осуществляется регулярно по истечении определенного срока. В этом случае в пункте «Интервал» указывается длительность интервала обновления плана производства в днях.



**Рис. ПБ.18. Раздел «Производство» | «Правила» | «Правила планирования» | «Частота планирования (фиксированный интервал)»**

«Комплектование партий». В этом пункте указывается размер партии (количество изделий, которое будет обрабатываться) для системы планирования (рис. ПБ.18). Производственный заказ должен как минимум включать то количество единиц, которое указано в графе «Мин. размер партии». Например, значение, указанное на рис. ПБ.18, — 120 штук. Если объем подтвержденных заказов в сумме составляет 70 штук, все равно будет выдан производственный заказ на 120 штук. 50 штук, не связанные с подтвержденными заказами покупателей, будут отправлены на склад готовой продукции, откуда они отгрузятся покупателям в соответствии с заказами, которые поступят позже. Таким способом накапливаются запасы для немедленной отгрузки при поступлении заказа от покупателя.

### «Правило “красная линия”»

В этом окне вы можете настроить функцию получения предупреждений от компьютера, когда какому-то из заказов остается определенное число дней до срока сдачи. Для каждого вида продукции вы можете указать любое количество дней на ваше усмотрение. В случае активации этой функции предупреждающий флажок «красной линии» (маленький красный прямоугольник) будет появляться в строке статуса рядом с кнопкой «Описание». Это та же самая функция, в которую можно зайти через раздел «Маркетинг» (Раздел «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции»).



Однако на этом экране есть еще одна дополнительная настройка. Когда в поле слева от надписи «Красная линия» стоит галочка, любой рабочий участок, получивший «красный» заказ, займется его обработкой сразу по окончании обработки текущего заказа вне зависимости от текущего правила обработки заказов. Помимо того, «красные» заказы будут обрабатываться немедленно, даже если выбрано правило «Заказ целиком», а до рабочего участка дошла только часть изделий, входящих в заказ. Другими словами, если в поле «Красная линия» стоит галочка, «красные» заказы будут выполняться в срочном порядке.

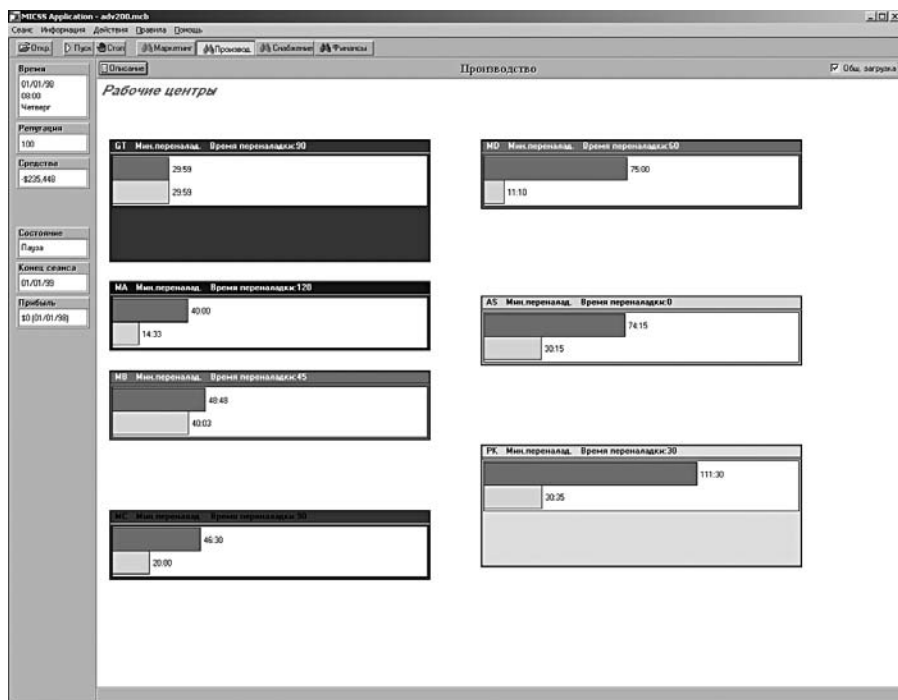
### «Планирование по договорам»

Этот пункт меню в данном сценарии отсутствует, его можно увидеть в другом сценарии, например «adv210.mcb». Он позволяет вам запускать в производство заказы, связанные с регулярными поставками по долгосрочным договорам, за конкретное число дней до каждой очередной поставки. Например, если в блоке «Начало до ОСП, дней» стоит значение «44», это значит, что, если договор предусматривает ежемесячные поставки в последний день месяца, сырье для производства каждого заказа будет отпускаться со склада за 44 дня до даты отгрузки. Это около двух месяцев — ведь речь идет о *рабочих* днях, а не о *календарных* днях.

### Раздел «Производство» («Общая загрузка»)

Выйдите из меню «Производство» | «Правила». Прежде чем переходить к следующему разделу, щелкните на маленькой кнопке в верхнем правом углу экрана (в строке статуса) под заголовком «Общ. загрузка». Теперь раздел «Производство» выглядит несколько иначе (рис. ПБ.19).

На этом экране есть кое-какая полезная информация. Каждый рабочий участок изображен в виде двух горизонтальных полос статуса — красной и зеленой (цвета вы увидите на компьютере). Красная полоса находится сверху. Обратите внимание, что рядом с каждой из цветных полос указывается время в часах и минутах. Красная полоса показывает количество часов, соответствующее запланированной работе согласно основному плану производства. Зеленая полоса показывает количество часов, соответствующее времени обработки того объема изделий, который в настоящий момент ожидает своей очереди у рабочего участка. Эти значения совпадают с информацией, представленной в раскрывающемся меню «Информация» (Раздел «Производство» | «Информация» | «Общая загрузка оборудования (час.)»), только они изображены в графическом виде и в динамике.

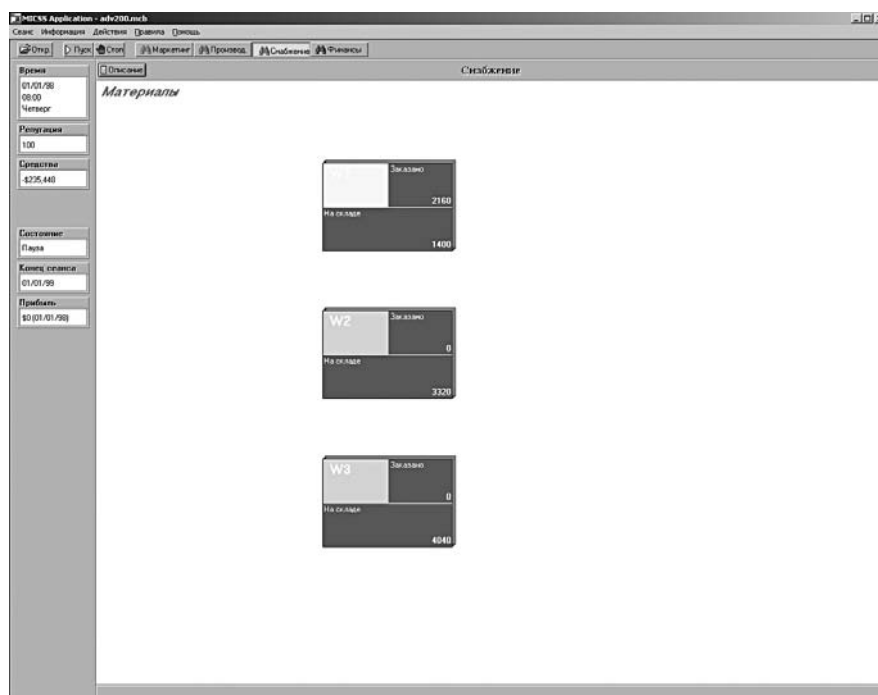


**Рис. ПБ.19. Раздел «Производство» | «Общая загрузка»**

Например, посмотрите на рабочий участок MD. Красная полоса показывает, что для этого рабочего участка в основном плане производства предусмотрен объем работы на 75 часов. Но количество изделий, которые уже ждут своей очереди у MD, соответствует всего лишь 11 часам и 10 минутам работы (зеленая полоса) из этих 75 часов. Обратите внимание, что у рабочего участка GT обе полосы имеют одинаковый размер. Помните, это «начальная операция», а в MICSS у нас установлено правило отпуска сырья в производство «Немедленный запуск». Поэтому на рабочем участке GT изделия автоматически запускаются на обработку, как только заказ появляется в основном плане производства. При таких условиях у этого рабочего участка планируемая загрузка всегда будет равна величине очереди.

## Раздел «Снабжение»

Теперь выберите пункт «Снабжение» на панели задач. На экране появится раздел «Снабжение». В рабочей области показано три вида сырья — W1, W2 и W3, — используемых в производстве шести видов изделий — с A1 по C2 (рис. ПБ.20).



**Рис. ПБ.20. Раздел «Снабжение»**

В левом верхнем углу блоков, соответствующих видам сырья, указывается название, в правом верхнем углу — количество заказанных единиц сырья, а ниже — количество единиц на складе. Вы видите, что запасы W2 и W3 достаточно высоки (3320 штук и 4040 штук соответственно), поэтому открытых заказов на эти виды сырья нет. Запас W1, напротив, составляет всего 1400 единиц, а еще 2160 единиц было заказано у поставщика.

### *Информация о снабжении*

Если открыть раскрывающееся меню «Информация» в разделе «Снабжение», вы увидите список из семи пунктов (рис. ПБ.21):

- «Информация о сырье»
- «График расхода сырья»
- «Время выполнения заказа поставщиками»
- «Прогноз закупок»
- «Суммарный расход сырья»
- «Суммарные показатели»
- «Открытые заказы на поставку»

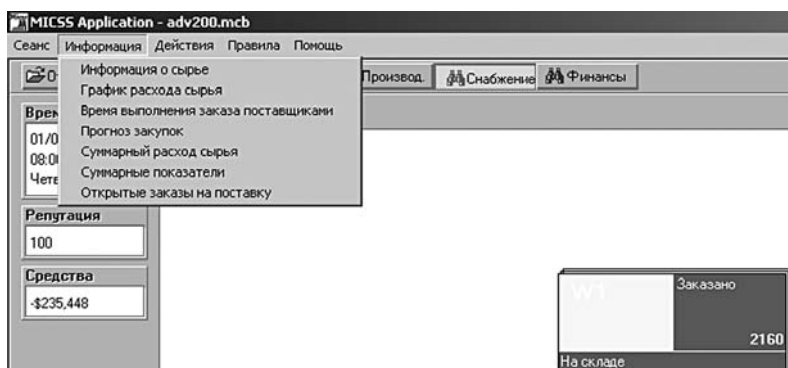


Рис. ПБ.21. Раздел «Снабжение» | «Информация»

Каждый из этих пунктов предоставляет подробную информацию о материальных запасах и расходе сырья. Меню достаточно понятное само по себе. Вы можете познакомиться с ним поближе, когда вам будет удобно. Обратите внимание, что пункт «Открытые заказы на поставку» включает заказ на 2160 единиц W1, которые должны быть доставлены.

Пока что давайте просто посмотрим на один из пунктов — «Время выполнения заказа поставщиками» (рис. ПБ.22). Один из поставщиков (ряд под номером 1) в среднем выполняет заказ чуть дольше, чем за 48 дней.

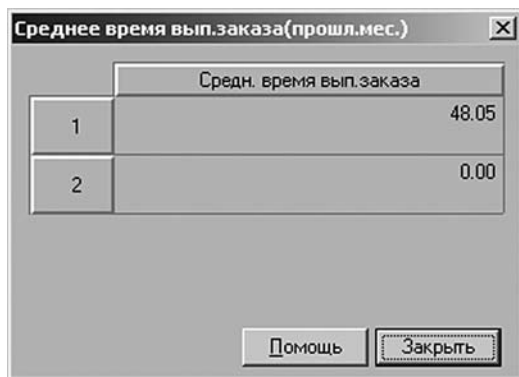


Рис. ПБ.22. Раздел «Снабжение» | «Информация» | «Время выполнения заказа поставщиками»

Другой поставщик (ряд под номером 2) имеет значение «0», но на самом деле это означает, что мы еще никогда ничего не заказывали у этого поставщика, поэтому статистики нет.

## Действия в снабжении

В раскрывающемся меню «Действия» вы увидите два пункта (рис. ПБ.23).

### «Заказать»

В этом окне вы можете вручную добавить заказ на любой из видов сырья.

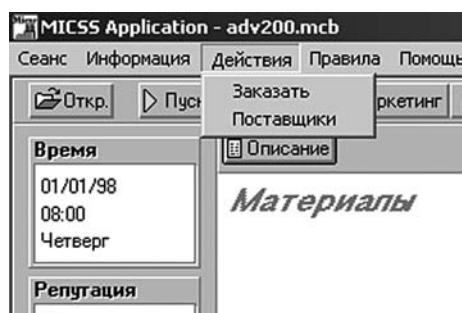


Рис. ПБ.23. Раздел «Снабжение» | «Действия»

### «Поставщики»

В этом окне (рис. ПБ.24) вы найдете подробную информацию о двух поставщиках — Abs и Fast (отмечены соответственно номерами 1 и 2). Поставщик Abs берет \$50 за доставку заказа (столбец «Стоим. дост») и обещает выполнить заказ за 44 дня (столбец «ОСП»). Стоимость сырья у этого поставщика составляет \$60, \$70 и \$40 за одну штуку W1, W2 и W3 соответственно.

Поставщик Fast берет \$25 за доставку заказа и обещает выполнить заказ всего за три дня, при этом стоимость сырья у него составляет \$65, \$75 и \$44 за одну штуку W1, W2 и W3 соответственно.

Обратите внимание, что в строке поставщика Abs рядом с каждой ценой стоит значок «(C)». Это означает, что Abs является текущим поставщиком по умолчанию для компании ADV200 для каждого из этих видов сырья. Вы имеете возможность изменить основного поставщика или оформить заказ у другого поставщика вручную, не меняя поставщика по умолчанию. Также обратите внимание, что обещанное время доставки у Abs на 4 дня меньше, чем его фактические средние сроки доставки. Эти данные говорят о следующем: закон Мерфи действует и на поставщиков, и на ADV200. В программе MICSS сырье может быть доставлено с опозданием вплоть до 26 рабочих дней по сравнению с обещанными сроками поставки!

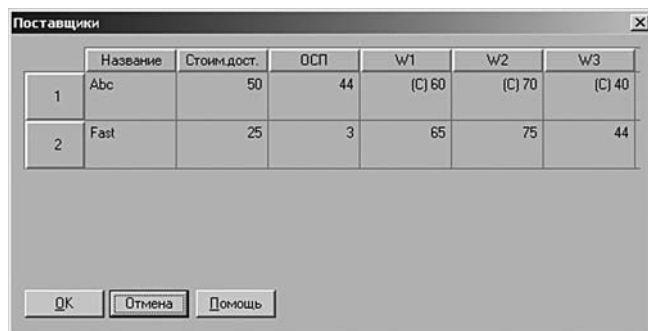


Рис. ПБ.24. Раздел «Снабжение» | «Действия» | «Поставщики»

### Правила снабжения

Теперь закройте меню «Действия» и откройте меню «Правила» (рис. ПБ.25).  
В этом меню только один пункт:

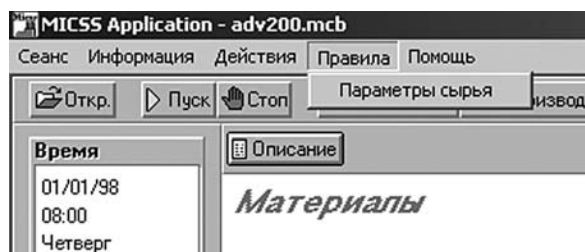


Рис. ПБ.25. Раздел «Снабжение» | «Правила»

### «Параметры сырья»

На рис. ПБ.26 показаны максимальные уровни запасов и точки возобновления заказа для каждого вида сырья. Когда уровень запасов сырья определенного вида падает ниже 3000 штук, автоматически создается заказ на пополнение запасов до максимального уровня — 5000 штук. В колонке, озаглавленной «Красн. лин.» (красная линия), показан тот уровень запасов, при котором компьютер включит красный флажок в строке статуса, и этот флажок будет видно во всех функциональных разделах. В примере, показанном на рис. ПБ.26, этот флажок появится, когда уровень запасов опустится ниже 80 штук. Вы можете установить здесь любое значение по своему усмотрению, а также эти показатели могут быть разными для разных видов сырья, если вам так нужно.

	Макс. ур.	Уровень заказа	Красн. лин.
W1	5000	3000	80
W2	5000	3000	80
W3	5000	3000	80

Рис. ПБ.26. Раздел «Снабжение» | «Правила» | «Параметры сырья»

## Раздел «Финансы»

Теперь выберите пункт «Финансы» на панели задач. В этом разделе вы увидите годовой Отчет о прибыли и убытках за прошлый год (рис. ПБ.27). В процессе работы симулятора Отчет о прибыли и убытках будет обновляться в первый день каждого календарного месяца, отражая показатели текущего года.

Вы очень быстро заметите, что в этом разделе нет раскрывающихся меню «Действия» и «Правила». Есть только пункт «Информация» со своим перечнем подпунктов. Маловероятно, что вы столкнетесь с такой ситуацией в реальном мире, но в данной симуляции эти аспекты были исключены.

Отчет о прибыли и убытках		С:	01/01/07	По:	31/12/07
С учетом добавленной стоимости готовой продукции в НЗП					
Объем продаж	2,343,475				
Себестоимость реализованной продукции:					
Затраты на сырье	1,384,400				
Прочие производственные затраты	480,000				
Производственные затраты	120,000				
Амортизационные отчисления	307,726				
Производственная себестоимость	1,972,126				
Рост запасов готовой продукции	-116,685				
Рост запасов незавершенного производства	145,292				
Валовая прибыль	405,375				
Исходы на маркетинг и общ.	144,000				
Управленческие и общие расходы	300,000				
Прибыль до уплаты налогов и процентов	-98,624				
Финансовые расходы	157,375				
Прибыль до уплаты налогов	-255,999				
Чистая прибыль	-255,999				

Рис. ПБ.27. Раздел «Финансы»

## Информация о финансах

В раскрывающемся меню «Информация» есть следующие пункты (рис. ПБ.28):

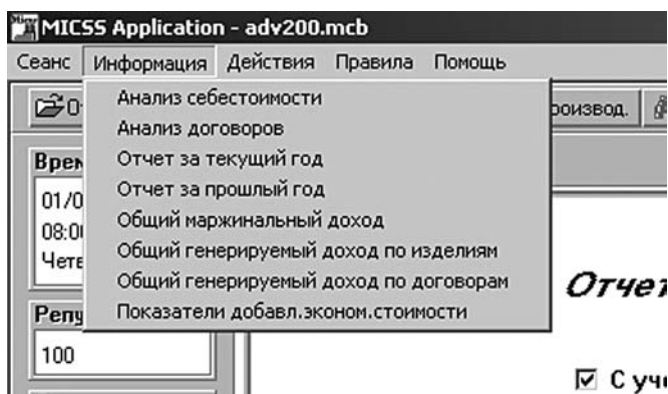


Рис. ПБ.28. Раздел «Финансы» | «Информация»

- «Анализ себестоимости»;
- «Анализ договоров»;
- «Отчет за текущий год»;
- «Отчет за прошлый год»;
- «Общий маржинальный доход»;
- «Общий генерируемый доход по изделиям»;
- «Общий генерируемый доход по договорам»;
- «Показатели добавленной экономической стоимости».

Хотя мы не будем подробно обсуждать все эти пункты меню (вы можете изучить их в свободное время), два пункта мы все-таки рассмотрим.

### «Анализ себестоимости»

В этом окне (рис. ПБ.29) показаны затраты на сырье и материалы, прямые затраты труда и накладные (косвенные) расходы по каждому виду продукции. Эти затраты вычитаются из удельной отпускной цены, чтобы рассчитать удельную прибыль в долларах и в процентах от отпускной цены. По мере изменения отпускных цен («Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции») значение прибыли в долларах и процентах в этих полях будет меняться.



**Анализ затр.продукции - A1**

A1	Цена прод.	\$350.00
A2	Стандарт.цена:	
B1	Станд. расход сырья:	\$110.04
B2	Прямые трудозатраты:	\$64.53
C1	Непрям.затр:	\$125.90
C2		\$300.48
	Прибыль единицы прод.	\$49.52
	Процент маржинальн. дохода	14.15

Помощь    Закреть

Рис. ПБ.29. Раздел «Финансы» | «Информация» | «Анализ себестоимости»

### «Общий генерируемый доход по изделиям»

Это окно (рис. ПБ.30) представляет особый интерес для практикующих специалистов по теории ограничений, потому что в нем отображается значение генерируемого дохода на единицу продукции для каждого вида изделий с A1 по C2. Эти значения отражают разницу между отпускной ценой и стоимостью сырья. Люди, использующие традиционные методы расчета себестоимости, могут посчитать информацию в этом окне малополезной.

**Общий генерированный доход по изд...**

	Ген.доход
A1	239.96
A2	169.92
B1	164.96
B2	214.96
C1	159.94
C2	209.94

Помощь    Закреть

Рис. ПБ.30. Раздел «Финансы» | «Информация» | «Общий генерируемый доход по изделиям»

## Сеанс

Последний пункт, который мы рассмотрим в этой пешеходной экскурсии, — это раскрывающееся меню «Сеанс» в строке меню (рис. ПБ.31). В этом меню есть три пункта, достойных отдельного упоминания.

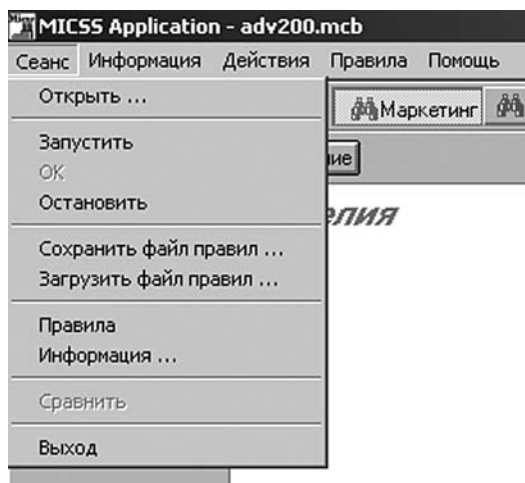


Рис. ПБ.31. Меню «Сеанс»

### «Сохранить файл правил»

Проходя данную симуляцию снова и снова, вы будете менять разные правила (а эта пешеходная экскурсия показала вам, что каждая из трех оперативных функций содержит много всяких правил!). Поскольку каждый раз при перезагрузке симулятор включает правила, устанавливаемые по умолчанию, хорошо бы было иметь возможность сохранить предыдущие настройки правил, прежде чем выйти из файла сценария и начать все снова. Функция «Сохранить файл правил» дает вам такую возможность, и с ее помощью вы можете начать новый цикл симуляции с теми же правилами, которые были у вас на момент завершения прежнего цикла.

### «Загрузить файл правил»

Это продолжение предыдущей функции. Когда вы начинаете новый цикл симуляции, вы можете использовать эту функцию, чтобы заменить установки правил по умолчанию на те, которые вы сохранили во время предыдущего цикла.

## «Информация»

В этом окне содержится информация об активах и пассивах (рис. ПБ.32). Первый пункт объясняет то, что, вероятно, озадачило вас, когда вы впервые посмотрели на панель статуса симуляции в левой части экрана, — отрицательные показатели движения денежных потоков. Компания ADV200 работает с привлечением кредитной линии от своего банка в размере \$1 000 000. Поэтому значение -\$235 448, которое вы увидели в блоке «Средства» в панели статуса симуляции, означает, что компания использовала эту сумму в рамках кредитной линии в размере \$1 000 000. Остаток по кредитной линии составляет \$764 000, но компания платит проценты за ту сумму, которую она взяла в долг. Эти проценты отображаются в графе «Финансовые расходы» в Отчете о прибыли и убытках.

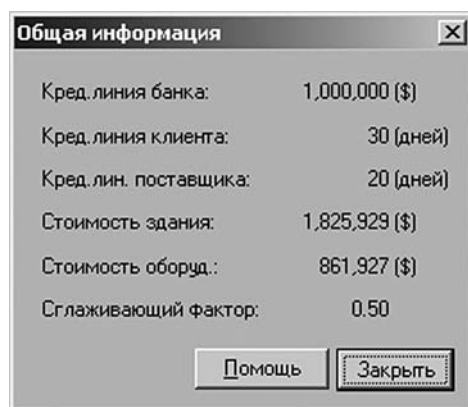


Рис. ПБ.32. Меню «Сеанс» | «Информация»

Причина, по которой кредитная линия так важна для компании, объясняется следующими двумя показателями в окне «Общая информация» (рис. ПБ.32): «Кредитная линия клиента» и «Кредитная линия поставщика». Обратите внимание, что значения составляют соответственно 30 дней и 20 дней. Это значит, что компания должна платить поставщикам за сырье в течение 20 дней после доставки, но при этом ее покупатели имеют отсрочку платежа за готовую продукцию до 30 дней или более. Поэтому без положительного баланса наличности на банковском счету компания ADV200 действительно нуждается в этой кредитной линии, чтобы бизнес продолжал работать!

На этом наша «пешеходная экскурсия» по MICSS заканчивается. Мы рекомендуем вам выделить время на то, чтобы ознакомиться со всеми функциональными разделами, со всей информацией, которая в них содержится, а также правилами (переменными), которые вы можете менять.

## Приложение В

### ЗАВОД-120

**Е**сли вы еще не запустили симулятор MICSS на своем компьютере, то при переходе к главе 6 самое время это сделать, чтобы следить в программе за процессом изучения Завода-120 (инструкции по установке MICSS находятся в приложении Б).

Для того, чтобы открыть в MICSS необходимый сценарий, нажмите кнопку «Откр.» в левом верхнем углу окна программы или выберите пункт меню «Сеанс» | «Открыть». Появится окно «Открыть сеанс» со списком сценариев. Выберите сценарий с названием prd120.mcb и нажмите кнопку «Открыть».

Завод-120 — достаточно простое предприятие, реализующее всего два вида продукции, в изготовлении которых участвуют пять рабочих участков. При этом для производства продукции используется только три вида сырья.

Давайте начнем нашу экскурсию по Заводу-120 с финансовых показателей (см. раздел «Финансы»). Показатели не такие плохие:

- в прошлом году завод заработал \$85 000;
- завод даже умудрился заработать проценты (\$11 430), которые были начислены на сумму, лежавшую на его операционном счете.

Это приличные финансовые результаты. Они были достигнуты в процессе управления виртуальной компанией (с помощью симулятора) в прошлом году. Так зачем рисковать? Почему бы просто не оставить этот завод в покое?

Чтобы ответить на этот вопрос, давайте перейдем к маркетингу и сбыту, где проблема будет очевидной (см. раздел «Маркетинг»). Как видите, репутация этого завода на рынке пострадала. В прошлом месяце изделие A1 доставлялось покупателю вовремя только в 75% случаев<sup>1</sup>. С изделием A2

---

<sup>1</sup> В MICSS показатель «Репутация» изначально основан на проценте своевременных поставок, но его значение также корректируется с учетом крупных заказов и сроков задержки поставок. Например, если вы задержали крупный заказ на десять дней, «Репутация» от этого пострадает сильнее, чем в случае задержки маленького заказа на два дня.

все было еще хуже — только 49% поставок было выполнено своевременно. Суммарная репутация Завода-120 составляет всего 65%. На самом деле показатели соблюдения сроков поставки у Завода-120 настолько плохие, что в декабре 1998 г. два наиболее прибыльных клиента не продлили договоры на следующий год. Поэтому в 1999 г. прибыль точно упадет.

Завод-120 поставляет продукцию клиентам исключительно на основании долгосрочных договоров — их четыре (Раздел «Маркетинг» | «Информация» | «Список договоров»). Если эти плачевные показатели надежности поставок не улучшатся, Завод-120 имеет все шансы также потерять одного или нескольких из оставшихся клиентов. Как вы думаете, что тогда произойдет с объемом денежных средств и прибылью?

Давайте вернемся в раздел «Маркетинг». Посмотрите на статус двух видов продукции, которые производит Завод-120 (A1 и A2). Оба вида изделий имеют значительные объемы подтвержденных заказов (474 и 334 штуки соответственно) и минимальные объемы запасов готовой продукции на складе, чтобы поставить продукцию в соответствии со следующими по очереди заказами. В производстве сейчас находится более 500 штук A1 и 400 штук A2 (незавершенное производство).

Теперь давайте посмотрим на маркетинговые правила Завода-120 (раздел «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции»). Обещанные сроки поставки, выраженные в рабочих днях, составляют 44 дня (почти 9 недель) для обоих видов продукции. Компания работает круглый год 5 дней в неделю, 8 часов в день. В этом сценарии симуляции рыночный спрос не меняется.

Пора посетить производство (раздел «Производство»). Каждый из пяти рабочих участков имеет по одному станку. Давайте посмотрим на логическую схему производства готовой продукции (см. раздел «Производство» | «Информация» | «Техпроцессы всех изделий»). Здесь вы увидите последовательность производственных операций для всех шести видов продукции. Рабочий поток движется слева направо.

Изделие A1 изготавливается путем сборки двух деталей. Одна из них производится из сырья Y1, которое сначала проходит обработку на станке 1 (M1) в течение 6 минут, затем на станке 2 (M2) в течение 11 минут. Вторая деталь производится из сырья Z1. Оно также обрабатывается на станке 1 (M1) в течение 10 минут, а затем на станке 3 (M3) в течение 12 минут. Затем обе детали объединяются в одно изделие на сборочном участке (AS), и на сборку одного изделия уходит 14 минут. На упаковку (PK) одного изделия A1 уходит 9 минут. У A2 похожий маршрут, однако на обработку A2 практически на всех участках требуется намного больше времени.

Каждый день специалист, ответственный за планирование производства, составляет график новых заказов на основании обязательств по договорам (см. Раздел «Производство» | «Правила» | «Правила планирования»). Согласно текущим правилам, минимальный размер партии составляет 100 штук. Поэтому, если нам нужно 60 единиц A2, чтобы выполнить доставку по договору, информационная система создает новый производственный заказ

на 100 единиц А2. Первые 60 единиц будут использованы для поставки по договору, а оставшиеся 40 будут в наличии (на складе готовой продукции), и их используют при выполнении следующих заказов. Любой последующий заказ в первую очередь примет в расчет эти 40 штук. Только в том случае, если новый заказ будет предусматривать количество, превышающее 40 штук, информационная система создаст новый производственный заказ — еще на 100 штук.

Используемое в настоящий момент правило отпуска сырья в производство (см. Раздел «Производство» | «Правила» | «Запуск сырья») — «MRP». Как только создается производственный заказ, сырье запускается в производство согласно графику MRP-системы (при условии, что есть достаточный запас нужного сырья). Стандартный MRP-цикл — семь дней, то есть на каждый шаг в процессе производства каждого изделия отведено семь дней. Без активного производственного заказа отпуск сырья в производство не может быть осуществлен, а рабочие участки могут обрабатывать только существующие производственные заказы.

Чтобы получить представление о фактической загрузке рабочих участков, посмотрите отчет «Загрузка оборудования» за последние два месяца (см. раздел «Производство» | «Информация» | «Загрузка оборудования»). Обратите внимание, что у всех станков, кроме МЗ, в отчете наблюдается существенное время простоя в ноябре и декабре 1998 г.

Давайте перейдем к снабжению (см. раздел «Снабжение»). Задачи Завода-120 в области снабжения весьма просты. Нужно закупать всего три вида сырья — Y1, Z1 и Z2. Запас Y1 на нуле, и уже был сделан заказ на поставку 619 штук. Запасы Z1 и Z2 составляют 268 и 237 штук соответственно, и еще 240 штук Z1 было заказано.

Давайте посмотрим на правила снабжения (см. раздел «Снабжение» | «Правила» | «Правила снабжения»). Все производственные заказы генерируются MRP-системой в соответствии с потребностями производства. Система прогнозирует время окончания запасов на основании информации о текущих подтвержденных заказах в системе, отсчитывает назад от этого времени период, равный срокам поставки, обещанным поставщиком, добавляет еще 5 дней и отправляет заказ поставщику в соответствующий день. Страхового запаса сырья нет. Механизмы «Время “красной линии”» и «Красная линия» не используются (см. раздел «Снабжение» | «Правила» | «Параметры сырья»).

Генеральному директору было бы полезно узнать, с какими поставщиками работает компания. В подразделе «Снабжение» | «Действия» | «Поставщики» есть некоторая информация о поставщиках Завода-120. Обратите внимание, что текущий поставщик (по умолчанию) — это Regular (обычный). У него уходит много времени на доставку (в среднем 33 рабочих дня после получения заказа — порядка 6,5 календарной недели), но этот поставщик берет меньшую цену за единицу поставляемого сырья. Поставщик Fast (быстрый) осуществляет доставку гораздо быстрее, но у него и более высокие цены — как за единицу сырья, так и за доставку.

Мы начали нашу экскурсию по Заводу-120 с Отчета о прибыли и убытках. Давайте теперь изучим кое-какую важную информацию, предоставленную нашим финансовым департаментом (см. раздел «Финансы» | «Информация» | «Анализ договоров»). Посмотрите данные по каждому виду продукции по очереди. Обратите внимание, что договор 1 с компанией ABC выглядит неприбыльным. К сожалению, Завод-120 ничего не может сделать по этому поводу, потому что та же компания заключила с ним договор 2, который действительно приносит прибыль заводу. Поэтому Завод-120 согласился на этот очевидно невыгодный договор, чтобы получить второй договор, который приносит прибыль. Договоры 3 и 4 также стабильно приносят прибыль. В любом случае, некрасиво было бы расторгать подписанный договор! В данной симуляции все, что вы могли бы сделать, — это просто не продлять его, но дата продления договора не выпадает на те шесть месяцев, в течение которых вы будете управлять заводом.

Наша экскурсия практически закончена. Во время этой экскурсии часть информации и правил остались неохваченными. Прежде чем вы запустите симуляцию Завода-120, прочтите приложение Б и обратите внимание на различия между этим приложением и сценарием для симуляции. Для этой конкретной компании цикл симуляции длится всего 6 месяцев. Однако в течение этого периода вы должны полностью контролировать то, что происходит, если вы хотите повысить показатели выполнения сроков поставки.

Можно запустить симулятор на несколько дней, указав дату окончания в поле «дд/мм/гг». Вначале мы не рекомендуем запускать симулятор больше чем на неделю за один ход. Почему — это станет очевидно, как только вы попробуете. Когда вы прочувствуете, как работает симулятор, вы сможете запускать симуляцию на более долгий период времени. Симуляцию можно приостановить в любой момент с помощью кнопки «Стоп» или путем нажатия клавиши S на клавиатуре (так будет быстрее, если у вашего компьютера особенно скоростной процессор).

## Инструкции по первому циклу

Во время первого цикла не меняйте никакие правила для Завода-120. Каждый раз запускайте симулятор на неделю. Во время паузы посмотрите на общий график продаж, загрузку станков и любые другие подразделы, которые, на ваш взгляд, будут полезны. Один из таких особенно полезных подразделов — «Состояние производственного заказа». В этот подраздел можно попасть двумя разными способами. Пожалуй, лучше всего сделать это через «Основной план производства» (Раздел «Производство» | «Информация» | «Основной план производства»). В этом подразделе можно проверить показатели выполнения сроков поставки, а затем выделить производственные заказы, которые приближаются к срокам сдачи, нажать кнопку «Показать ПЗ» в подразделе

«Основной план производства» и посмотреть, в каком месте находится этот заказ в производстве. Еще один полезный подраздел — «График поставок» (раздел «Маркетинг» | «Информация» | «График поставок»). В этом подразделе вы можете проверить, когда должна быть выполнена следующая поставка и сколько единиц продукции требуется. Когда находишься в подразделе «Основной план производства», эта информация не так очевидна.

Обратите внимание, что происходит, и примите меры, если нужно. В большинстве случаев это означает: ускорьте производственные заказы, которые имеют шансы пропустить свои сроки поставки. Есть два способа это сделать:

- Вручную осуществить переналадку станка, где ждет своей очереди заказ, рискующий нарушить срок поставки, и дать этому станку распоряжение обработать опаздывающий заказ (Раздел «Производство» | «Действия» | «Переназн. станок»). По завершении ручного вмешательства станок автоматически вернется к обработке того заказа, над которым он работал до этого.
- На один или два дня добавить еще одну смену, чтобы увеличить производительное время (раздел «Производство» | «Действия» | «Доп. смена»).

По завершении цикла (1 июля 2000 года) составьте отчет «Управленческий отчет по Заводу-120» (рис. ПВ.1). Собрав все данные для отчета, вы можете перезапустить симулятор («Сеанс» | «Открыть» | PRD120).

Помните: ваша задача — вовремя поставлять продукцию. Сделайте все, что можете, чтобы избежать просроченных поставок!

**ЗАДАЧА:** Увеличить надежность поставок с Завода-120 до 100% к 1 июля 1999 года, при этом минимизируя издержки.

	1998 (12 месяцев)	1999 (6 месяцев)
ЧИСТАЯ ПРИБЫЛЬ	\$85 285	
ОБЪЕМ ПРОДАЖ	\$2 256 282	
СРЕДСТВА	\$610 736	
РЕПУТАЦИЯ	65%	

Насколько успешно вы справились с выполнением задачи?

Каков потенциал улучшения в течение следующих 6 месяцев?

Правила, которые следует изменить:

**Рис. ПВ.1. Управленческий отчет по Заводу-120**



## Анализ первого цикла

Каковы ваши результаты? Довольны ли вы тем, как завершился первый полу-годовой цикл? Вернитесь к главе 6 и проанализируйте работу Завода-120.

## Инструкции по второму циклу

Теперь пора посмотреть, действительно ли в будущем произойдут те события, которые показаны на Дереве будущей реальности Завода-120 — см. рис. 6.10 (а и б). Первое, что нужно сделать, — изменить правила производства в соответствии с инъекциями 1, 2 и 3.

- Сначала откройте раздел «Производство», а затем зайдите в меню «Правила», выберите пункт «Правила планирования» и измените показатель «Минимальный размер партии» на 1. Это соответствует Инъекции 1: теперь размер обрабатываемой партии всегда будет равен размеру производственного заказа.
- Также в разделе «Производство» выберите пункт меню «Правила» | «Правила работы оборудования». Измените «Приоритеты» на «Срочность» согласно Методу 2 в Конфликте 1 (рис. 6.3б). «Срочность» подразумевает, что ни один из рабочих участков не задерживает обработку производственного заказа, который стоит первым в графике поставок. Таким образом, мы реализуем Инъекцию 2.
- В поле «Работа с заказами» измените значение на «Заказ частично». Это подразумевает Инъекция 3 — переход на меньшие размеры партий.
- Помните, мы используем MRP-систему, которая была настроена таким образом, чтобы отпускать сырье в производство за 44 дня до даты поставки. Если мы оставим эти настройки, мы можем рассчитывать на то, что в производстве начнут появляться заторы из НЗП, а это нейтрализует влияние новых правил производства, которые мы ввели. Поэтому сократим время запуска заказа в производство для данного цикла с 44 до 30 дней (Раздел «Производство» | «Правила» | «Планирование по договорам»). Кроме того, сократим стандартный MRP-цикл с 7 до 5 дней (раздел «Производство» | «Правила» | «Запуск сырья»).

Теперь нам нужно изменить правила снабжения в соответствии с инъекциями 5 и 6.

- Откройте раздел «Снабжение», а затем зайдите в меню «Правила» и выберите пункт «Параметры сырья».

Для Y1 введите в колонку «Красн. лин.» значение 160.

Для Z1 и Z2 введите в колонку «Красн. лин.» значение 80.

Теперь, когда у вас появится риск возникновения дефицита сырья для запуска заказов в производство в нужное время, симулятор

отобразит маленький красный прямоугольник («флажок») в строке статуса рядом с кнопкой «Описание» в поле «Сырье». Это подскажет вам, что нужно остановить симуляцию и заказать сырье у поставщика Fast (быстрого).

Инъекция 4 (рис. 6.6) — это управленческое правило. В рамках симулятора оно руководит нашими решениями, но в Дереве будущей реальности проявляется в виде инъекций 7 и 8. Чтобы выполнить эти инъекции, периодически проверяйте показатели «Оценка производственных мощностей» и «Загрузка оборудования» (см. раздел «Производство» | «Информация» | «Оценка производственных мощностей» или «Загрузка оборудования»).

Есть еще три инъекции, касающиеся изменения методов управления Заводом-120, которые нам нужно принять к сведению. На самом деле это тоже управленческие правила. Они руководят нашими решениями, связанными с управлением симулятором/Заводом-120, но не соотносятся ни с одной конкретной переменной симулятора.

- Инъекция NB-1a: увеличить размеры партий и/или использовать правило «Мин. переналадок» (раздел «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования»), когда защитная мощность ресурса оказывается под угрозой исчерпания (см. рис. 6.11).
- Инъекция NB-1b: считать переналадку существенной только тогда, когда она расходует защитную мощность. В такой ситуации также будет действовать Инъекция NB-1a (см. рис. 6.11).
- Инъекция NB-2: соглашаться на увеличение стоимости сырья, если изменение генерируемого дохода ( $\Delta T$ ) при этом остается положительным (см. рис. 6.12).

На рис. ПВ.2 приводятся сводные данные о настройках правил MICSS для первого и второго цикла.

Теперь запустите симуляцию еще на шесть месяцев — по одной неделе за ход. Составьте новый «Управленческий отчет по Заводу-120», показанный на рис. ПВ.1. Не закрывайте симулятор по окончании второго цикла. Смотрите подробности в пункте «Инструкции для третьего цикла» ниже.

## Анализ второго цикла

Итак, каковы результаты второго цикла? Существенно лучше, если вы изменили правила производства таким образом, чтобы они соответствовали концепции «барабан–буфер–канат». Вероятно, вы заметили, что в первые две или три недели работы симулятора у вас еще были проблемы с соблюдением сроков поставки. На производственной линии продолжали ждать своей очереди заказы, запущенные в производство еще тогда, когда обещанные сроки поставки составляли 44 дня, а стандартный MRP-цикл — 7 дней. Но наиболее проблемный вопрос — это размер партии. Когда вам нужно всего 33 единицы A2, то на обработку всех

100 единиц уходит столько времени, что следующая поставка A1 определенно будет задержана! Это очень важный аспект в симуляции, потому что он демонстрирует, насколько неправильно использовать крупные фиксированные размеры партий. Пока не будут завершены (доставлены) крупные партии, уже запущенные в производство, в течение первого месяца потребуются несколько раз вручную делать переналадку на рабочем участке AS с одного изделия на другое. Возможно, вы даже обнаружили, что в первые две недели нужно было несколько раз вводить дополнительную смену. Но после этого система избавилась от лишнего НЗП, и движение производственного потока стало гладким и быстрым. Также вы должны были заметить следующие результаты:

- К 1 июля процент своевременных поставок стабилизировался на уровне 100%.
- Репутация (скользящее среднее значение за полгода) восстановилась и достигла 100% (или почти 100%) — задача выполнена!
- Показатели «Оценка производственных мощностей» и «Загрузка оборудования» говорят о высвобождении скрытых мощностей. Загрузка мощностей на Заводе-120 стала уже не 100% (или выше), как во время первого цикла, — теперь эти показатели находятся в диапазоне от 80 до 90%.
- На операционном счету стало больше денежных средств.
- Уровень прибыли за первое полугодие был положительным, хотя и не дошел до показателей прошлого года из-за потери долгосрочных договоров, которые были у нас в 1998 г., когда уровень своевременных поставок был таким низким.

Правила MICSS	Первый цикл	Второй цикл
<b>ПРОИЗВОДСТВО</b>		
<b>Запуск сырья</b> Правило Стандартный MRP-цикл	MRP 7 дней	MRP 5 дней
<b>Правила работы оборудования</b> Приоритеты Работа с заказами	Минимум переналадок Заказ целиком	Срочность Заказ частично
<b>Правила планирования</b> Частота Интервал Минимальный размер партии	Фиксированный интервал 1 день 100	Фиксированный интервал 1 день 1
<b>Правило «красная линия»</b> Время «красной линии»	0	0
<b>Планирование по договорам</b> Начало до ОСП, дней	44	30
<b>СНАБЖЕНИЕ</b>		
<b>Параметры сырья</b> Красная линия	0	160 (Y1); 80 (Z1, Z2)

**Рис. ПВ.2. Справочная таблица правил для Завода-120**

## Инструкции по третьему циклу

К этому времени вы уже должны достаточно хорошо понимать динамику на Заводе-120, чтобы попытаться вернуть клиентов, потерянных в конце 1998 года. Прежде чем закрыть второй цикл симуляции, вам необходимо сохранить все изменения правил для Завода-120. Для этого откройте меню «Сеанс», выберите пункт «Сохранить файл правил» и назовите новый файл правил PRD120a.plc («Сеанс» | «Сохранить файл правил» | prd120a.plc).

Теперь откройте новый файл симуляции PRD130a.mcb («Сеанс» | «Открыть» | prd130.mcb). Эта симуляция будет выглядеть точно так же, как Завод-120. На самом деле это *и есть* Завод-120, но с одним существенным изменением, и с этого момента мы будем называть его Завод-130. Помимо четырех исходных договоров, которые вы видели в оригинальном сценарии для Завода-120 (prd120.mcb), вам будет предложена возможность заключать новые договоры. Однако будьте внимательны — вы должны делать свой выбор очень аккуратно. Новые мощности, высвобожденные за счет изменения операционных правил, могут очень быстро оказаться исчерпанными, если вы возьмете на себя слишком много работы. Но есть шанс вернуть часть прибыли, потерянной в 1998 г. из-за того, что клиенты не продлили свои договоры.

Загрузив сценарий для Завода-130 (prd130.mcb), не забудьте загрузить сохраненные правила. Зайдите в подраздел «Сеанс» | «Загрузить файл правил» | prd120a.plc. Убедитесь, что ваши правила действительно обновились, зайдя в подраздел «Правила работы оборудования» (раздел «Производство» | «Правила» | «Правила работы оборудования»). Значение показателя «Приоритеты» должно быть «Срочность», а «Работа с заказами» — «Заказ частично». Если это так, вы можете быть уверены, что остальные правила также обновились. Если нет, то при сохранении файла с правилами, который вы создали ранее, произошла ошибка. Вам придется проверить правила и при необходимости привести их в соответствие с изменениями, перечисленными выше в пункте «Инструкции по второму циклу».

Давайте, запускайте Завод-130 — посмотрите, насколько успешно вы можете управлять своими мощностями!

# Приложение Г

## КОМПАНИЯ ADV200

**С**ценарий ADV200 значительно сложнее, чем ситуация Завода-120, на примере которой мы изучали исключительно производственные вопросы. Если вы дошли до главы 11 и еще не запускали программу MICSS на своем компьютере, сделайте это сейчас, чтобы следовать в ней за процессом изучения компании ADV200 (инструкции по установке программы находятся в приложении Б).

Для того чтобы открыть в MICSS необходимый сценарий, нажмите кнопку «Откр.» в левом верхнем углу окна программы или выберите пункт меню «Сеанс» | «Открыть». Появится окно «Открыть сеанс» со списком сценариев. Выберите сценарий с названием adv200.mcb и нажмите кнопку «Открыть».

### Различия между ADV200 и Заводом-120

Наиболее существенная разница между ADV200 и PRD120 — это рынок, на котором они работают. Рынок ADV200 состоит из очень большого числа мелких клиентов, и у компании нет долгосрочных договоров с этими клиентами. ADV200 открыто публикует свои прайс-листы и обещанные сроки поставки (ОСП) по всем видам продукции. Любой клиент, размещающий заказ на одну или несколько единиц продукции, соглашается на эти условия. Но компания также берет на себя обязательство доставить эту продукцию по указанной цене и точно в обещанный срок — за то количество дней, которое указано в качестве ОСП, начиная со дня получения заказа (помните, что сроки поставки исчисляются в рабочих, а не в календарных днях). В отличие от реального мира, в симуляторе MICSS компания не может отказаться выполнить заказ клиента. ADV200 открыто публикует свои цены и сроки поставки и обязана принимать все заказы на этих условиях. Поэтому определение цен и обещанных сроков поставки — это деликатный и крайне важный управленческий вопрос.

## **Ваша задача**

Еще одно различие — ваша роль. Теперь вы не просто директор по производству: вы — генеральный директор. В случае с Заводом-120 ваша единственная задача состояла в том, чтобы вовремя отгружать каждый заказ. В роли генерального директора ADV200 вы отвечаете за всю компанию. Теперь вы также отвечаете за прибыль и убытки. Другими словами, мы — как акционеры — ждем, что вы будете зарабатывать деньги! Это не слишком неразумно, не правда ли? И у вас есть целый год, чтобы добиться прибыльности. Конечно же, мы также ждем от вас, что вы будете поддерживать надежную репутацию компании ADV200 в плане соблюдения сроков поставки — иначе у компании нет будущего. Итак, мы ждем от вас, что вы сможете поддерживать показатель «Репутация» на уровне выше 85% и при этом будете зарабатывать как можно больше денег. А сколько денег можно заработать? Это один из вопросов, на который вы сами должны найти ответ! Давайте рассмотрим компанию ADV200 более подробно.

## **Описание компании ADV200**

Эта компания продает шесть разных видов продукции, в производстве которых участвуют семь рабочих участков, и при этом используется три вида сырья. Команда руководителей только что была уволена за слабые достижения компании. Вас назначили управлять компанией, пока совет директоров ищет нового исполнительного директора. Если за то время, пока совет директоров ведет свои поиски, вы сможете развернуть компанию в другую сторону, у вас есть все шансы остаться в этой должности на постоянной основе. Все, что вы должны сделать, — это добиться успеха там, где ваши предшественники потерпели неудачу!

Давайте начнем нашу экскурсию по компании ADV200 с изучения ее финансового статуса (см. раздел «Финансы»). Отчет о прибыли и убытках за 1997 г. (от 1 января 1998 г.) показывает, почему владельцы ищут новую команду руководителей.

- В прошлом году убытки компании составили \$256 000.
- На конец года компания использовала ресурсы кредитной линии в размере более \$235 000.
- Проценты (финансовые издержки) по одной только кредитной линии составили \$158 000.

Если честно, результаты отвратительные. Они были достигнуты в процессе управления виртуальной компанией (с помощью симулятора) в прошлом году. Очевидно, какие-то действия бывших руководителей и использованные ими правила были не особенно удачными.

Эти показатели нагоняют такую тоску, что уже просто нет сил на них смотреть! Давайте перейдем к чему-нибудь более обнадеживающему — например, заглянем в раздел «Маркетинг». У этой компании достаточно хорошая репутация на рынке. Клиенты высоко ценят надежность, которую обеспечивает компания ADV200. Обратите внимание, что в панели статуса в левой части экрана репутация компании — 100%. Как вы помните по экскурсии по MICSS (приложение Б), это означает, что за последние 6 месяцев 1997 г. ни один заказ ни на один из шести видов продукции не был просрочен. Конечно же, это обнадеживающее достижение, от которого можно отталкиваться.

Посмотрите на статус шести видов продукции, которые изготавливает ADV200 (с A1 по C2). По большинству этих изделий есть какой-то запас готовой продукции, который можно использовать для выполнения поступающих заказов. Какие-то заказы сейчас в производстве (НЗП).

Давайте посмотрим на маркетинговые правила компании ADV200 (раздел «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции»). Обещанные сроки поставки составляют 35 рабочих дней (7 недель) для изделий с A1 по B2 и 30 рабочих дней (6 недель) для изделий C1 и C2. Компания работает круглый год 5 дней в неделю, 8 часов в день. В сценарии симуляции предусмотрено всего два способа влияния на рыночный спрос. Один способ — это изменение обещанных сроков поставки (ОСП). Второй — изменение отпускной цены.

Один важный факт: каковы были продажи в прошлом году? Давайте посмотрим (Раздел «Маркетинг» | «Информация» | «Общий график продаж»). Обратите внимание, что сначала уровень продаж был относительно высоким, но начал падать в первом квартале 1997 г. Летом был пик спроса (сезонное явление), а затем до конца года объем продаж опять стремился вниз. В свободное время вы можете изучить графики продаж отдельных видов продукции более внимательно. Пройдя 1998 г. несколько раз, вы можете прийти к выводу, что сезонный пик касается одних изделий и не касается других. В будущем вы будете самостоятельно определять тенденции.

Теперь давайте посетим производство (раздел «Производство»). Обратите внимание: два из семи рабочих участков (GT и PK) имеют по два станка. Все остальные — только один. Посмотрим на логическую схему производства готовой продукции (см. раздел «Производство» | «Информация» | «Техпроцессы всех изделий»). Здесь показана последовательность производственных операций для каждого из шести видов продукции. Рабочий поток движется слева направо.

Изделие A1 собирается из двух деталей. Одна из деталей изготавливается из сырья W2, которое сначала обрабатывается станком GT; на обработку одной заготовки требуется 10 минут. Затем эта деталь поступает на станок MA, где обрабатывается в течение 5 минут, а после этого — на станок MB, где обрабатывается в течение 15 минут. Вторая деталь производится из сырья W3. Она также проходит через станок GT, станок MC и станок MB. Затем две детали собираются вместе на участке сборки (AS), и на сборку одного изделия уходит 13 минут. На этапе упаковки (PK) одна единица A1 упаковывается за

20 минут. У остальных изделий А и В похожие маршруты. Для изделий С1 и С2 не нужна сборка. Их производственный маршрут — простая линейная последовательность операций.

Каждую неделю, в понедельник утром внутренняя информационная система составляет план выполнения новых производственных заказов на основании новых заявок, полученных от покупателей (см. раздел «Производство» | «Правила» | «Правила планирования»). Согласно текущим правилам, размер минимальной партии составляет 120 штук. Поэтому, если нам нужно 62 единицы А2, чтобы выполнить заказ клиента, информационная система создаст новый производственный заказ на 120 единиц А2. Первые 62 штуки будут направлены на выполнение заказа покупателя. Это значит, что еще 58 штук будет в наличии (на складе готовой продукции) для выполнения других заказов. Все последующие заказы будут в первую очередь набирать продукцию из этих 58 штук. Только когда новый заказ превысит это количество, информационная система создаст новый производственный заказ — еще на 120 штук.

Текущее правило отпуска сырья в производство (см. раздел «Производство» | «Правила» | «Запуск сырья») — «Немедленный запуск». Как только создается производственный заказ, сырье сразу же отпускается в производство (при условии, что есть достаточные запасы сырья на складе). Отпуск сырья в производство без активного производственного заказа не производится. Рабочие участки могут обрабатывать только фактические производственные заказы.

Чтобы иметь представление о фактической загрузке рабочих участков, посмотрите отчет «Загрузка оборудования» за последние два месяца (раздел «Производство» | «Информация» | «Загрузка оборудования»). Обратите внимание, что у всех рабочих участков в ноябре и декабре 1997 г. существенная доля рабочего времени приходится на простои.

Перейдем теперь к департаменту снабжения (раздел «Снабжение»). Задачи компании ADV200 в области снабжения весьма просты. Нужно закупать всего три вида сырья — W1, W2 и W3. На сегодняшний день (1 января 1998 г.) запасов W2 и W3 достаточно, чтобы выполнить все существующие заказы. Запас W1 составляет всего 1400 штук, поэтому был автоматически создан заказ на закупку еще 2160 штук.

Посмотрите на правила снабжения (Раздел «Снабжение» | «Правила» | «Параметры сырья»). Когда запас какого-то из видов сырья опускается ниже уровня заказа, автоматически создается заказ на закупку, который передается поставщику, указанному по умолчанию, причем объем заказа рассчитывается таким образом, чтобы поднять уровень запасов до максимального указанного уровня (в данном случае — 5000 штук для всех трех видов сырья).

Генеральному директору было бы полезно узнать, с каким поставщиками работает компания. В подразделе «Снабжение» | «Действия» | «Поставщики» есть некоторая информация о поставщиках компании ADV200. Обратите внимание, что текущим поставщиком (по умолчанию) является компания Abs.



У нее уходит много времени на доставку (в среднем 44 рабочих дня после получения заказа — порядка 2 календарных месяцев), но этот поставщик берет меньшую цену за единицу поставляемого сырья. Поставщик Fast (быстрый) осуществляет доставку гораздо быстрее, но у него и более высокие цены.

Мы начали нашу экскурсию по компании ADV200 с Отчета о прибыли и убытках. Давайте теперь изучим кое-какую важную информацию, предоставленную нашим финансовым департаментом (см. раздел «Финансы» | «Информация» | «Анализ себестоимости»). Посмотрите данные по каждому виду продукции по очереди. Обратите внимание, что один из видов продукции — B1 — явно выглядит неприбыльным.

Наша экскурсия практически закончена. Во время этой экскурсии часть информации и правил осталась неохваченной, но, учитывая ваш предыдущий опыт управления Заводом-120, для начала Вам этого должно хватить. Для этой конкретной компании длительность цикла составляет год. Однако в течение этого года вы *должны* полностью контролировать то, что происходит, и быстро реагировать на изменения. При запуске вы можете указать любой период до первой остановки, чтобы вам было удобно проверить результаты и подумать, нужны ли какие-то изменения. Можно запускать симуляцию каждый раз на один день или сразу на месяц. Можно запустить симуляцию сразу на несколько месяцев, указав дату остановки в поле «дд/мм/гг». Мы не рекомендуем запускать симулятор больше чем на месяц за один ход. Почему — это станет очевидно, как только вы попробуете. Симуляцию можно приостановить в любой момент с помощью кнопки «Стоп» или путем нажатия клавиши «S» на клавиатуре<sup>1</sup>.

## Инструкции по первому циклу

Во время первого цикла не меняйте никакие правила для компании ADV200. Каждый раз запускайте симулятор на месяц или два. В паузах смотрите на общий график продаж, загрузку станков и любые другие подразделы, которые, на ваш взгляд, будут полезны. По завершении цикла (1 января 1999 г.) перезапустите симулятор, а затем вернитесь к описанию компании ADV200 в главе 11.

## Инструкции по второму циклу

Теперь пора внести в правила изменения, к которым мы пришли в результате анализа компании ADV200 (глава 11). Мы предполагаем, что вы прочитаете

---

<sup>1</sup> Учитывая сегодняшнюю скорость компьютерных микропроцессоров, пока вы будете наводить курсор на кнопку «Стоп» и нажимать ее, в симуляции легко может пролететь целый месяц. Мы советуем использовать клавишу «S», чтобы повысить скорость реакции. Если после этого нажать кнопку «Пуск», симуляция возобновится.

это обсуждение, прежде чем начнете данный цикл. Если вы еще не сделали этого, теперь самое время.

Начните с инъекций (изменений правил) в области производства. Поменяйте следующие параметры:

- Раздел «Производство» | «Правила работы оборудования»:  
Измените «Приоритеты» на «Срочность» для каждого рабочего участка. Тогда всем рабочим участкам будет выдаваться распоряжение заняться обработкой производственного заказа, который стоит первым в списке отгрузок, даже если для этого необходима переналадка и так далее. Измените значение «Работа с заказами» на «Заказ частично» для каждого рабочего участка. Это позволит каждому рабочему участку начинать обработку следующего заказа, даже если еще не все единицы продукции, входящие в этот заказ, дошли до соответствующего рабочего участка.
- Раздел «Производство» | «Правила планирования»:  
Измените параметр «Частота планирования» на «Фикс. интервал») и установите значение интервала «1 день».  
Измените показатель «Минимальный размер партии» на любое значение меньше 120. Выберите минимальный размер партии на свое усмотрение. Имейте в виду, что если вы сократите этот показатель до 1, это может привести к тому, что ваши основные рабочие участки станут тратить на переналадку гораздо больше времени, чем нужно. Попробуйте устанавливать разные размеры в разных циклах симуляции. Мы рекомендуем установить минимальный размер партии, равный 30, а затем запустить симуляцию заново при минимальном размере, равном 1. Этот эксперимент должен продемонстрировать вам, каким образом чрезвычайно малые размеры обрабатываемых партий влияют на суммарное время переналадки.
- Раздел «Производство» | «Правило “красная линия”»:  
Установите значение показателя «Время “красн. линии”» равным 5 для каждого вида изделий. Это позволит симулятору активировать красный флажок-предупреждение рядом с индикатором заказа каждый раз, когда заказ не успевает попасть на склад готовой продукции за пять дней до запланированной даты отгрузки этого заказа.

Теперь давайте изменим правила в области маркетинга. Измените следующие параметры:

- Раздел «Маркетинг» | «Правила» | «Параметры продукции»:  
Уменьшите «Срок поставки» для всех видов изделий. Мы рекомендуем понижать значение постепенно и контролировать результат. Попробуйте поставить значения 30 и 25 для изделий с A1 по B2, а также C1 и C2 соответственно. Это существенное изменение, и вам следует внимательно проследить за его влиянием на показатель

«Общая загрузка». Если вы сможете управлять симулятором с этими правилами в течение пары месяцев и не пропустите ни одной поставки, то можете попробовать еще сильнее сократить обещанные сроки поставки (ОСП). Но будьте аккуратны, чтобы вызванное этими действиями повышение спроса не перегрузило ваш наиболее ограниченный ресурс (РОМ). И помните: традиционный сезонный пик спроса начинается где-то в июне или июле.

## **Указания: управление симулятором**

1. Попробуйте остаться в разделе «Производство» и при этом поставьте галочку в поле «Общая загрузка». Следите за ростом и падением планируемой загрузки (красная полоса). Не позволяйте планируемой загрузке превышать 90% от максимальных обещанных сроков поставки (в часах). Если это произойдет, остановите симуляцию и организуйте дополнительную рабочую смену.
2. Не паникуйте, если периодически у заказов будут появляться «красные флажки». Приостановите симуляцию, зайдите в подраздел «Производство» | «Информация» | «Основной план производства». Те заказы, которым соответствуют «красные флажки», будут выделены коричневым цветом.

По очереди выберите каждый выделенный производственный заказ, нажмите «Показать ПЗ». Вы увидите, на каком этапе производственного цикла находится заказ. Если у вас осталось пять дней до сдачи заказа, решите на свое усмотрение, достаточно ли близко производственный заказ подошел к концу технологического процесса, чтобы вы успели его завершить за эти пять дней.

Если вы успеваете, то не обращайтесь больше внимания на «красный флажок» и возобновите симуляцию. «Красный флажок» исчезнет автоматически, когда заказ попадет на склад готовой продукции — если он попадет туда вовремя.

Если вам кажется, что заказ прошел еще слишком мало этапов производственного цикла и не успеет попасть на склад готовой продукции к сроку отгрузки, добавьте по необходимости сверхурочную работу, чтобы ускорить заказ, и возобновите симуляцию. Вернитесь к подразделу («Общая загрузка») и посмотрите, способствует ли добавленная сверхурочная работа сокращению размеров красной полосы (чтобы ее значение было меньше 90% от обещанного срока поставки).

3. Продолжайте постепенно сокращать обещанные сроки поставки, пока система не начнет проявлять признаки дестабилизации: более частое появление «красных флажков», периодические срывы сроков поставки,

слишком частое ускорение заказов (чаще, чем один или два раза в месяц, или дольше, чем один или два дня по продолжительности). Продержите симулятор на этом «пределе» до конца года и посмотрите, как это сказалось на чистой прибыли, денежных потоках и репутации. Стали ли они лучше, чем в конце 1997 г., когда использовались правила, отражающие «традиционную управленческую мудрость»?

Можете ли вы добиться лучших результатов?

## Инструкции по третьему циклу

Во время третьего цикла попробуйте использовать Дерево будущей реальности компании ADV200 — манипулируйте спросом (рис. 11.9 а–г). Измените производственные и маркетинговые правила так же, как во время второго цикла. Можно начать с обещанных сроков поставки, равных 20 дням для всех изделий, и запускать симуляцию каждый ход на один месяц. Когда вы увидите признаки роста давления на РОМ (высокие показатели планируемой загрузки, периодическое появление «красных флажков»), посмотрите, сможете ли вы манипулировать рыночным спросом путем выборочного регулирования обещанных сроков поставки и цен так, чтобы частично разгрузить РОМ, но при этом заработать больше денег! Подсказка: высвободите часть мощности РОМ путем выборочного повышения цен на изделия, приносящие меньший уровень прибыли, но расходующие при этом чрезмерную долю мощности РОМ. Затем «загрузите» эту вновь высвобожденную мощность повышенным спросом на изделия, приносящие больший уровень прибыли, путем выборочного сокращения обещанных сроков поставки этих изделий. Не забудьте использовать правило Т/CU (генерируемый доход на единицу мощности ограничения) для ранжирования изделий и следите, чтобы другой ресурс не превратился в РОМ, а если это произойдет, то работайте с *этим* ресурсом как с ограничением.

Запустите симулятор еще на год, опираясь на те же указания, что и во время второго цикла. По мере изменения распределения спроса на изделия относительно ваших мощностей вы должны начать зарабатывать больше денег.

Примечание. На рис. ПГ.1 приводятся сводные данные об изменениях правил для разных циклов.

Правила MICSS	Первый цикл	Второй цикл	Третий цикл
<b>МАРКЕТИНГ</b>			
<b>Правила</b>			
Срок поставки	35 (A1-B2) 30 (C1-C2)	30 (A1-B2) 25 (C1-C2)	20 (все)
Цена	(по умолчанию)	(по умолчанию)	Не менять
Страховые запасы	0	0	установленные
Сроки красной линии	0	5 дней	значения
<b>ПРОИЗВОДСТВО</b>			
<b>Запуск сырья</b>			
Правило	Немедленный запуск	Немедленный запуск	
<b>Правила работы оборудования</b>			
Приоритеты	Минимум пере-наладок	Срочность	
Работа с заказами	Заказ целиком	Заказ частично	
<b>Правила планирования</b>			
Частота	Еженедельно	Фикс. интервал	
Интервал	Понедельник	1 день	
Минимальный размер партии	120	На ваше усмотрение	
<b>Правило «красная линия»</b>			
Время «красной линии»	0	5 дней	
<b>СНАБЖЕНИЕ</b>			
<b>Параметры сырья</b>			
Максимальный уровень	5 000	5 000	
Уровень заказа	3 000	3 000	
Красная линия	80	80	

Рис. ПГ.1. Справочная таблица правил для ADV200

# ЛИТЕРАТУРА

- Athey, Thomas H. (1982). *Systematic Systems Approach: An Integrated Method for Solving Problems*. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Corbett, Thomas. (1998). *Throughput Accounting: TOC's Management Accounting System*. Great Barrington, MA: The North River Press.
- Covey, Stephen R. (1994). *Daily Reflections for Highly Effective People: Living the Seven Habits*. New York: Simon and Schuster.
- Covington, John W. (1996). *Tough Fabric: The Domestic Apparel and Textile Chain Regains Market Share*. Severna Park, MD: Chesapeake Consulting.
- Cox, James F., and Spencer, Michael S. (1998). *The Constraints Management Handbook*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Deming, W. Edwards. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study. (Деминг, Эдвардс. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.)
- Deming, W. Edwards. (1993). *The New Economics for Industry, Government and Education*. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study. (Деминг, Эдвард У. Новая экономика: простые механизмы, которые приведут вас к росту, инновациям и сильному положению на рынке. М.: Эксмо, 2006.)
- Dettmer, H. William. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement*, Milwaukee, WI: ASQ Quality Press. (Детмер, Уильям. Теория ограничений Голдратта: системный подход к непрерывному совершенствованию. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.)
- Fogarty, Donald W., Blackstone, John H., Hoffmann, Thomas R. (1991). *Production & Inventory Management*, 2nd ed. Cincinnati, Ohio: Southwestern Publishing.
- Goldratt, Eliyahu M. (1990). *The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean*. Croton-on-Hudson, NY: The North River Press.

- Goldratt, Eliyahu M. (1994). *It's Not Luck*. Great Barrington, MA: The North River Press. . (Русский перевод см., например, в кн. Голдратт, Э.М., Кокс, Дж. Цель: процесс непрерывного улучшения. Цель-2: Дело не в везенье. М.: Логос, 2000.)
- Goldratt, Eliyahu M. (1997). *Critical Chain*. Great Barrington, MA: The North River Press. (Голдратт, Элияху М. Критическая цепь. М: ТОС Центр, 2006.
- Goldratt, Eliyahu M., Cox, Jeff. (1992). *The Goal*. 2nd ed. Croton-on-Hudson, NY: The North River Press. (Русский перевод см., например, в кн. Голдратт, Э.М., Кокс, Дж. Цель: процесс непрерывного улучшения. Цель-2: Дело не в везенье. М.: Логос, 2000.)
- Goldratt, Eliyahu M., Fox, Robert E. (1986). *The Race*, Croton-on-Hudson, NY: The North River Press.
- Kendall, Gerald I. (1998). *Securing the Future: Strategies for Exponential Growth Using the Theory of Constraints*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Leach, Lawrence P. (2000). *Critical Chain Project Management*, Boston, Artech House.
- Lepore, Domenico, Cohen, Oded. (1999). *Deming and Goldratt: The Theory of Constraints and the System of Profound Knowledge*, Great Barrington, MA: The North River Press.
- Levinson, William A., Ed. (1998). *Leading the Way to Excellence: The Harris Mountaintop Case Study*. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press.
- Lockamy, Archie, Cox, James F. (1994). *Reengineering Performance Measurement*. Boston, MA: Irwin Publishers.
- Mabin, Victoria J., Balderstone, Steven J. (2000). *The World of the Theory of Constraints: A Review of the International Literature*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- McMullen, Thomas B. Jr. (1998). *Introduction to the Theory of Constraints Management System*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Newbold, Robert C. (1998). *Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of constraints*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Noreen, Eric, Smith, Debra, Mackey, James T. (1995). *The Theory of Constraints and Implications for Management Accounting*. Great Barrington, MA: The North River Press.
- Ptak, Carol A., Schragenheim, Eli. (2000). *ERP: Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Scheinkopf, Lisa J. (1999). *Thinking for a Change: Putting the TOC Thinking Processes to Use*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.

- Schrage, Eli. (1999). *Management Dilemmas: The Theory of Constraints Approach to Problem Identification and Solutions*, Boca Raton, FL: St. Lucie Press. (Шрагенхайм, Эли. *Управленческие дилеммы. Теория ограничений в действии*. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.)
- Smith, Debra. (2000). *The Measurement Nightmare*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Srikanth, Mokshagundam L. (1995). *Regaining Competitiveness: Putting The Goal to Work* (2nd rev. ed.). Wallingford, CT: Spectrum Publishing.
- Srikanth, Mokshagundam L., Robertson, Scott A. (1995). *Measurements for Effective Decision Making*. Wallingford, CT: Spectrum Publishing.
- Stein, Robert E. (1996). *Reengineering the Manufacturing System: Applying the Theory of Constraints*. New York: Marcel Dekker.
- Umble, Michael M., Srikanth, Mokshagundam L. (1995). *Synchronous Manufacturing: Principles for World-Class Excellence*. Wallingford, CT: Spectrum Publishing.



# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

## А

Аварии 125

Аварийный запас, 93–95

## Б

«Барабан–буфер–канат» (ББК,  
Drum–Buffer–Rope, DBR) 22,  
63–64, 103–24

буферы 109–12

и ERP 241–57

и MRP 137–46

динамически определяемое вре-  
мя задержки 142–43

настройка MRP 141–43

проблемы реализации 143–44

фиксированное время задержки  
142

назначение 104–5

недостатки традиционной версии  
150–56

основные понятия 105–8

пример планирования 117–122

процедура планирования 112–115

сравнение с УББК 171–174

«Барабан–буфер–канат», упрощен-  
ная версия (УББК, Simplified  
Drum–Buffer–Rope, S-DBR)  
22, 141, 149–74

защитная мощность 159–60

контроль 169–70

общее планирование и подготов-  
ка 164–67

один буфер 161–62

оперативное планирование и  
управление 167–69

основные допущения 157–58

план-график производства на  
основе показателей спроса  
161

подчинение рынку 158–59

принципы работы 158–63

производственные заказы на ком-  
плексные поставки 161–62

реализация 163–62

сравнение с традиционным ББК  
171–74

уравновешивание рыночного  
спроса и мощности POM 162

Бережливое производство 90

Брак 222

Буфер(ы)

ограничения (POM) 111, 132–34

отгрузки 109–10, 129–30

сборки 111, 151–52

Буфер(ы) времени 125, 175

Бюро управления землями (США)  
60

## В

Ведомость материалов (Bill of Ma-  
terials, BOM) 139, 142, 153

Ветвление 153, 154, 155  
 Вложения (Inventory/Investment, I) 50, 224  
 Время, буферы времени 125, 175  
 Время опережения (MRP) 142  
     динамически определяемое 142–43  
     фиксированное 142  
 Всеобщее управление качеством. См. TQM  
 Выравнивание загрузки 105  
 Выход продукции 222

## Г

Генерируемый доход (Throughput, T) 49–50, 224–25  
     как основа для принятия решений 22, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229–240  
     на единицу мощности ограничения. См. T/CU  
 Гераклит 48  
 Голдратт, Элияху Моше 25, 29, 34, 62, 64, 76, 89, 103  
 Гонка (Голдратт, Фокс) 64, 103  
 График «не ранее» 154  
 «Грозовая туча». См. Дерево разрешения конфликтов

## Д

Деминг, Уильям Эдвардс 25, 29, 41, 76  
 Дерево будущей реальности (Future Reality Tree, FRT) 62  
     ADV200, второе, 195–96  
     ADV200, первое, 191–92  
     ADV200, третье 197–201  
 Завод-120 97–8  
     избыточная мощность 208

управление динамикой ограничений 202–4  
 Дерево перехода (Transition Tree, TT) 62  
 Дерево предпосылок (Prerequisite Tree, PRT) 62  
 Дерево разрешения конфликтов «грозовая туча» (Evaporating Cloud, EC) 62  
 Дерево текущей реальности (Current Reality Tree, CRT) 39, 62  
     типичное для производства 18–20, 82–83, 242–3  
     защитная мощность 160  
 Динамика ограничений 202  
 Динамическая буферизация 144–45  
 Допущения управления ограничениями  
     второе 35  
     первое 34–35  
     третье 35, 86  
 Дублирование функций 175  
 Дыры (в буфере) 128–32  
     пример с буфером ограничения 132–34  
     пример с буфером отгрузки 129–30

## З

Завод-120 84–102, 137, 149  
     дерево будущей реальности 97–8  
     дерево текущей реальности 84–85  
     негативные ветви 1 и 2 96–99  
 Загрузка  
     как фактор продолжительности производственного цикла 213  
     планируемая. См. Планируемая загрузка  
 Заказ, производственный. См. Производственные заказы

Закон Мерфи 18, 93, 105, 125, 140,  
145, 146, 175, 179

Закон Паркинсона 211

Запас

аварийный 93–95, 178–79

готовой продукции 175

НЗП (полуфабрикатов) 175

страховой 93–95

сырья (материалов) 175, 178–79

Защитная мощность 87, 90, 91, 96,  
98, 99, 159–60

дерево текущей реальности 160

Знания

как ограничение 59, 61

Зоны (буфер POM) 127–28

## И

Избыточная мощность 95, 100,  
175

Изменчивость 175

Инерция, опасность 46

Инструменты ТОС

критическая цепь 63

процесс логического мышления  
62

пять направляющих шагов

41–46, 106

Интуиция 18, 74

Информационная перегрузка (кон-  
фликт) 88–89, 95–96

Инъекции

конфликт ADV200 188–90

общее понятие 89–90

разрешение конфликта информа-  
ционной перегрузки 95–96

разрешение конфликта контроля  
122–23

разрешение конфликта локаль-  
ной эффективности 89–92

разрешение конфликта, связан-  
ного с ненадежным постав-  
щиком 92–94

разрешение типового произ-  
водственного конфликта  
100–102

## К

Кови, Стивен 32

Кокс, Джефф 64, 103

Компетентность (как ограничение)  
61

Контроль

конфликт 108–9, 122–23

определение 176

Контроль красной линии 166

для снабжения 178–79

задачи 176–77

механизм функционирования  
177–78

Конфликт

ADV200 188–89

разрешение 189

избыточная мощность 212–13

контроль 108–9, 122–23

локальная эффективность 86–87,  
89–92

переналадка оборудования  
86–87, 89–92

типовой производственный  
100–102

Кражи 68, 154–55, 161

Красная линия. См. Контроль крас-  
ной линии

Критическая цепь 63

## Л

Логические диаграммы Голдратта  
62

«грозовая туча» 62

дерево будущей реальности 62

дерево предпосылок 62

дерево перехода 62

дерево разрешения конфликтов  
62

дерево текущей реальности 62  
 негативная ветвь 62  
 Локальная эффективность  
 для РОМ 222  
 конфликт 86–87, 89–92

## М

Материалы, как ограничение 59,  
 60–61  
 Материальные потоки, логическая  
 схема 112, 117  
 Мерфи, Эдвард. См. Закон Мерфи  
 Механизм контроля в ББК 125–36  
 выявление нового ограничения  
 135–36  
 дыры в буфере 128–32  
 зоны 127–28  
 концепция буфера 125–26  
 отражение в главном плане-  
 графике производства 130–34  
 Мощности  
 высвобождение 196  
 защитные 87, 90, 91, 96, 98, 99, 207  
 и спрос 158  
 избыточные 95, 100, 105, 206  
 возможности 207  
 выявление 218  
 дерево будущей реальности 208  
 дилемма поддержания 209–13  
 и генерируемый доход 214–15  
 конфликт 212–13  
 наращивание 217–18  
 скрытые 215  
 сокращение 216–17  
 и спрос 38  
 непродуктивные 206  
 продуктивные 206

## Н

Накладные расходы 227–31  
 Негативная ветвь (Negative Branch,  
 NB) 62, 96–99

Недоделки 222  
 Незавершенное производство  
 (НЗП) 90–91, 103–4, 107,  
 140, 141  
 Не-ограничения 87, 90, 95, 96,  
 98, 99, 100, 105, 106, 107,  
 115–116, 123–24, 140, 142,  
 143, 144–45  
 принцип roadrunner 140  
 Неопределенность 145, 175–205  
 Нерон. См. «Эффект Нерона»  
 НЗП. См. Незавершенное произ-  
 водство

## О

Оборудование, переналадка 86–87,  
 89–92, 105, 112, 139, 213  
 Обратная связь 26  
 Объем продаж 222  
 Ограничения  
 внутренние, их временный харак-  
 тер 159  
 выявление нового ограничения 135  
 сдвиг ограничения 202  
 неистребимость ограничений 32  
 типы ограничений 58–62  
 Оперативные решения, оценка  
 эффективности 48–57  
 Операционные расходы (Operating  
 Expense, OE) 50–51, 224  
 Оптимум  
 локальный и общесистемный 28  
 Организационная структура  
 в сопоставлении с рабочим про-  
 цессом 27  
 Отгрузка  
 склад 163  
 срок 163, 164  
 Отпуск сырья/материалов  
 план-график 104, 107, 115, 122,  
 141, 143, 150, 163, 164, 168  
 точка 104, 111  
 Ошибка прогноза 73

**П**

- Парето, диаграмма 135
- Паркинсон, Сирил Норткот. См. Закон Паркинсона
- Партии
- обработки 86, 90, 139, 140, 213
  - перемещения 86, 90, 140, 213
- Переналадка оборудования 86, 233
- План производства, основной (ОПП) 89, 107, 142, 153, 168
- оптимистичный 113, 141
  - основанный на показателях спроса 161
  - отсортированный по дате 113
  - признанный выполнимым 115
  - пример составления 118
- Планирование, еженедельное/ежедневное 213
- Планирование потребности в материалах (автоматизированное). См. MRP
- Планирование производственных ресурсов (автоматизированное). См. MRP II
- Планирование ресурсов предприятия (автоматизированное). См. ERP
- Планируемая загрузка
- общее понятие 179
  - ограничения возможностей 182
  - пример 180–81
- Подчинение 136, 140
- рынку 158–59
- Поставщики (как ограничение) 59, 60
- Постоянное совершенствование (continuous improvement, CI) 135
- Правила работы
- как ограничение 59, 62
  - как фактор продолжительности производственного цикла 213
- Правило Т/CU 234–35
- Предварительная оценка производственных мощностей 183–84
- Прогнозы
- в планировании производства 73–75
  - в планировании снабжения 75–76
  - проблема надежности 73–74, 207–9
- Производственная цепь 30–32
- расширенная 31
- Производственные заказы
- в MRP 153–54
  - на комплексные поставки 161–62
  - статус 120
- Производственные мощности, предварительная оценка 183–184
- Производственный процесс
- типы потоков 66–69
  - условия производства 69–77, 106
  - производство на заказ 70–71, 105, 106
  - производство на склад 71–72, 106, 207–9
  - производство по прогнозу 72–76, 106, 207–9
  - сборка на заказ 76–77, 106
  - соотношение с типами потоков 69–70
  - условия производства 106
- Производственный цикл. См. Цикл, производственный
- Производство, типовой конфликт 100–102
- Процесс логического мышления, 62–63
- Пять направляющих шагов 41–46, 106
- вернуться 46

как инструмент ТОС 64–65  
найти 41  
использовать 41–42, 106  
подчинить 42–43  
расширить 43–45

## Р

Рабочий процесс  
    в сопоставлении с организацион-  
        ной структурой 27  
Расширенная производственная  
    цепь 31  
Рентабельность инвестиций  
    (Return on Investment, ROI)  
    48, 223–24  
Ресурс ограниченной мощности  
    (РОМ) 67, 68, 70, 87, 98, 101,  
    103, 105  
    график загрузки  
        пример 119  
        пример с добавлением второй  
        смены 121  
        простой алгоритм планиро-  
        вания 113–114  
        сложный алгоритм планиро-  
        вания 114  
        локальная эффективность 222  
        переналадка 233  
Ресурсы (как ограничение) 58, 60  
Решение, требования к нему 20–21  
Рынок (как ограничение) 58, 60

## С

Сборка  
    буфер 151–52  
    точка 110, 111, 151–52  
Сборка на заказ 76–77, 106  
«Свободные» продукты 152, 196  
Сдвиг ограничения 202  
Синдром стога сена (Голдратт) 49,  
    89, 103

Синергия, определение 28  
Система  
    как цепь 29–30  
    нестабильность 178  
Системное мышление 25–27  
Склад отгрузки 130, 163  
Служба охраны лесов (США) 60  
Спрос, рыночный 68, 72, 73, 74,  
    75, 76, 93, 94, 95, 104, 105,  
    106, 122, 123, 145  
    и мощности 38, 157  
    как доминирующее ограничение  
    158–59  
    манипулирование 196–97,  
    197–201  
Срок поставки 181, 189  
    коэффициент соблюдения 222  
Стабильность (производственной  
    системы) 134  
Субоптимизация 27  
Сырье. См. Материалы

## Т

Теория ограничений  
    применение к производственным  
        операциям 81–102  
    принципы и инструменты 33, 34,  
        35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42,  
        43, 44, 45, 46, 47  
    приоритеты финансовых показа-  
        телей 53–54  
Точка  
    «нулевая» 114  
    отпуска материалов 104, 111  
    сборки 110, 111  
Точно вовремя. См. JIT  
Традиционный менеджмент,  
    приоритеты финансовых по-  
        казателей 52–53  
Традиционный учет  
    в сопоставлении с TBDS 227, 228,  
    229, 230

**У**

- Управление буферами (buffer management, BM) 125–36
- Управление системами, подход теории ограничений 40–44
- Управление цепями поставок. См. SCM
- Ускорение 129, 130, 131, 133, 172
- Учет
  - по генерируемому доходу 56–57, 221–239
  - традиционный 57

**Ф**

- Финансовые показатели
  - логические связи между ними 230
  - пересчет показателей ТОС в традиционные 51, 225
  - приоритеты 52
  - финансовые показатели ТОС 49–52
    - вложения 50, 224
    - генерируемый доход 49–50, 224–25
    - операционные расходы 50
    - традиционные финансовые показатели 48–49
- Финансовые средства (как ограничение) 59, 61
- Фокс, Роберт 64, 103
- Форд, Генри 90

**Ц**

- Цель (Голдратт, Кокс) 64, 103
- Цена, продажная 227–30
  - выборочное повышение 196–97
  - снижение 187–88
- Цепь
  - производственная 30–32
  - производственная, расширенная 31

система как цепь 29–30

- Цепь поставок
  - внутренняя 127
- Цикл, производственный 22, 31, 55, 70, 71, 72, 73, 75, 77, 84, 85, 91, 97, 104, 105, 106, 119
  - зависимость продолжительности от правил производства 213
- Шухарта — Деминга 41

**Ч**

- Чистая прибыль (Net Profit, NP) 48, 223–24
- Шухарта — Деминга, цикл 41
- Шухарт, Уолтер Эндрю. См. Шухарта — Деминга, цикл

**Э**

- Эффективность
  - локальная 105
  - локальная против общесистемной 86–87, 89–93
- «Эффект Нерона» 37–38

**Я**

- Японский менеджмент
  - приоритеты финансовых показателей 53

**А**

- ADV200 184–203
  - дерево будущей реальности, второе 195–96

дерево будущей реальности,  
первое 191–92  
дерево будущей реальности, тре-  
тье 197–201  
дерево текущей реальности, вто-  
рое 193–94  
дерево текущей реальности,  
первое 185–86  
конфликт и его разрешение  
188–90

Airbus 56

AT&T 209

## В

Boeing 56

## С

Capacity-constrained resource.  
См. Ресурс ограниченной  
мощности

CCR. См. Ресурс ограниченной  
мощности

CRT. См. Дерево текущей реаль-  
ности

Current Reality Tree. См. Дерево  
текущей реальности

## Д

DBR. См. «Барабан–буфер–канат»

Drum–Buffer–Rope. См. «Барабан–  
буфер–канат»

## Е

ЕС. См. Дерево разрешения кон-  
фликтов

Enterprise Resource Planning.  
См. ERP

ERP (Enterprise Resource Planning)  
22  
и ББК 241

допущения 249  
поддержка ТОС 252  
причины внедрения 251  
Evaporating Cloud. См. Дерево раз-  
решения конфликтов

## Ф

FRT. См. Дерево будущей реаль-  
ности

Future Reality Tree. См. Дерево бу-  
дущей реальности

## И

I. См. Вложения

Inventory/Investment. См. Вложения

## Ж

ЛТ 53, 109

Just-in-Time. См. ЛТ

## М

Master Production Schedule. См.  
План-график производства,  
главный

MPS. См. План-график производ-  
ства, главный

MRP II 137–46

MRP (Material Requirement Plan-  
ning) 90, 137–46, 153

MRP/MRP II  
достоинства 137  
недостатки 138–41  
программное обеспечение 138

## Н

NB. См. Негативная ветвь  
Negative Branch. См. Негативная  
ветвь



Net Profit. См. Чистая прибыль  
NP. См. Чистая прибыль

## О

OE. См. Операционные расходы  
Operating Expense. См. Операционные расходы

## Р

PDCA. См. Шухарта — Деминга, цикл  
Prerequisite Tree. См. Дерево предпосылок  
PRT. См. Дерево предпосылок

## Р

Return on Investment. См. Рентабельность инвестиций  
Roadrunner (схема работы неограничения) 116, 140  
ROI. См. Рентабельность инвестиций

## С

SCM (Supply Chain Management) 22, 254–56  
S-DBR. См. «Барабан–буфер–канат», упрощенная версия

Simplified Drum–Buffer–Rope. См. «Барабан–буфер–канат», упрощенная версия  
SMPRO (пример) 244–49  
Supply Chain Management. См. SCM

## Т

T. См. Генерируемый доход  
TBDS (Throughput-Based Decision Support) 22, 57, 221–40  
в сопоставлении с традиционным учетом 227–30  
правила изменения NP и ROI 237  
правило T/CU 234–35  
пример с решением вопроса о переналадке 231–34  
пример с решением вопроса о скидке 226–27  
принятие решений в отсутствие внутреннего POM 236  
проблема руководства 221–22  
стратегия загрузки POM и максимизации T 234–35  
T/CU (Throughput per Constraint Unit) 196–97, 234–35  
Throughput. См. Генерируемый доход  
Throughput-Based Decision Support. См. TBDS  
Total Quality Management (TQM) 30  
Transition Tree (TT). См. Дерево перехода

Детмер Уильям  
Шрагенхайм Эли

# ПРОИЗВОДСТВО С НЕВЕРОЯТНОЙ СКОРОСТЬЮ

**Улучшение  
финансовых результатов  
предприятия**

Руководитель проекта *С. Турко*  
Технический редактор *Н. Лисицына*  
Корректор *Е. Аксенова*  
Компьютерная верстка *М. Поташкин*

Подписано в печать 20.05.2009. Формат 70×100 1/16.

Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.

Объем 21 печ. л. Тираж 2000 экз. Заказ №

123060, Москва, а/я 28

Тел. (495) 980-53-54

e-mail: [info@alpinabook.ru](mailto:info@alpinabook.ru)





**Уильям Детмер** — старший партнер компании Goal Systems International. Советник и консультант многих коммерческих и правительственных учреждений США, ЮАР, Европы, Японии, Австралии. В Университете Южной Калифорнии преподает менеджмент, теорию ограничений, управление проектами. Более 20 лет реализует проекты в сферах производства, логистики, стратегического и оперативного планирования, консультирует в области развертывания масштабных проектов. Автор нескольких книг, в том числе «Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию» («Альпина Бизнес Букс», 2007).



**Эли Шрагенхайм** — международный эксперт в области теории ограничений (ТОС), один из директоров ассоциации преподавателей TOC Goldratt Schools. Проводит семинары и тренинги по ТОС в разных странах мира, включая Россию, активно использует в учебном процессе программы собственной разработки, прежде всего тренажер MICSS, моделирующий управление производственным предприятием. Автор нескольких книг, в том числе «Управленческие дилеммы: Теория ограничений в действии» («Альпина Бизнес Букс», 2007).



**Компания СОЛВЕР** ([www.solver.ru](http://www.solver.ru)) — признанный лидер в области проектирования и внедрения современных машиностроительных комплексов на ведущих предприятиях России. За 16 лет работы СОЛВЕР реализовано около 550 промышленных проектов, внедрены сотни интегрированных комплексов подготовки производства и технологического оборудования. Проекты СОЛВЕР направлены на построение умного производства, выпускающего конкурентоспособную продукцию на базе современных программно-технических средств и методов управления. Строя умное производство вместе с предприятием, мы таким образом вместе строим сильную Россию.



ISBN 978-5-9614-1047-1



9 785961 410471

**альпина ПАБЛИШЕРЗ**

заказ книг (495) 980-53-54

или на сайте [www.alpinabook.ru](http://www.alpinabook.ru)