
ПРОБЛЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

ДЕЙСТВУЮЩАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2009 г. А. Ю. Серов, А. В. Сморгонский

(Санкт-Петербург)

Рассматривается модель производственного предприятия, содержащая шесть бухгалтерских счетов, на которых фиксируются основные экономические показатели результатов его функционирования. Внутренние финансово-хозяйственные процедуры, обеспечивающие производственный процесс, а также связь с поставщиками и покупателями (заказчиками), заложены в программу работы предприятия. Задавая различные стартовые условия, становится возможным отследить переходные процессы и выход (при благоприятных условиях) предприятия на стационарный режим работы или его остановку (при недостатке оборотных средств).

ВВЕДЕНИЕ

Каждое предприятие имеет индивидуальные особенности, связанные как с объективными различиями в его производственной структуре, так и с субъективными представлениями о принципах его функционирования со стороны команды управляющих, организующих его работу. Кажется, что невозможно создать универсальную модель предприятия, однако известно, что все предприятия предоставляют бухгалтерскую отчетность по единой форме. Это означает, что все предприятия имеют некую инфраструктуру, строящуюся и действующую по единым принципам. В рамках настоящей работы попробуем выделить такой “скелет” предприятия и покажем, как модель работает в зависимости от задаваемых внутренних связей и начальных условий.

Естественно, для того чтобы выявить универсальную инфраструктуру и общие для подавляющего большинства предприятий экономические операции, приходится идти на существенные упрощения. Основными допущениями, принятыми при построении модели, являются: предположение о выпуске предприятием одного вида изделий и о наличии у предприятия одного поставщика; использование ограниченного числа параметров, описывающих структуру предприятия.

В основу модели положен “бухгалтерский” принцип учета активов, пассивов, материальных и денежных потоков, протекающих через предприятие, т.е. вводится определенное количество “счетов”, фиксирующих экономические показатели предприятия, и задаются связи между ними, отражающие их динамику.

Замыкается модель рынком факторов, с которого предприятие получает сырье для производства продукции, и рынком товаров, на который отправляется (отгружается) готовая продукция, оплачиваемая покупателем (заказчиком).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛИ

Модель предприятия состоит из шести элементов – счетов (рис. 1).

Счет склада сырья (материалов и комплектующих) отражает наличие на этом складе материальных ценностей, поступающих от поставщика, а затем передаваемых в производство. Стоимость материальных ценностей на этом складе составляет на день $i + 1$:

$$M_{i+1} = M_i + (m_+)_{i+1} - (m_-)_{i+1}, \quad (1)$$

где $(m_+)_{i+1}$ – приток сырья от поставщика в день $i+1$; $(m_-)_{i+1}$ – отток сырья со склада в производство¹.

¹ Поскольку все бухгалтерские документы принято оформлять на определенную дату, логично писать уравнения в конечных разностях, считая минимальный шаг по времени равным одному дню.



Рис. 1. Общая схема модели предприятия

Счет незавершенного производства учитывает как притоки и оттоки материальных ценностей, так и списание определенных затрат на себестоимость продукции

$$H_{i+1} = H_i + (m_-)_i + A_i^N + (З/П)_i^N + З_i^N - n_i, \quad (2)$$

где A_i^N — начисленная и списанная на себестоимость продукции амортизация; $(З/П)_i^N$ — заработная плата (с начислениями), отнесенная на себестоимость; $З_i^N$ — все прочие затраты, списываемые на себестоимость, n_i — себестоимость готовой продукции, ушедшей в день i из производства на склад готовой продукции.

Счет склада готовой продукции фиксирует приход—уход продукции, учитываемой по себестоимости

$$\Gamma_{i+1} = \Gamma_i + n_i - r_i, \quad (3)$$

где r_i — продукция, отправленная покупателям (заказчикам), учитываемая по себестоимости.

Реализация продукции происходит по цене выше себестоимости, поэтому при отправке товара потребителю прирост дебиторской задолженности равен $(1 + \alpha_i)r_i$, а общая ее динамика описывается соотношением

$$D_{i+1} = D_i + (1 + \alpha_i)r_i - S_i, \quad (4)$$

где $S_i = (1 + \alpha_{i-\tau_3})r_{i-\tau_3}$ — поток платежей в счет погашения дебиторской задолженности, идущий от потребителей (с рынка товаров) с запаздыванием τ_3 дней с момента отгрузки.

Расчетный счет аккумулирует деньги, идущие от потребителей S_i . Через него проходит оплата всех затрат предприятия

$$P_{i+1} = P_i + S_i - (З/П)_i^R - З_i^R - t\P_i - C_i - I_i, \quad (5)$$

где $(З/П)_i^R$ — реально выплаченная заработная плата; $З_i^R$ — другие реально оплаченные потребности предприятия; Π_i — прибыль, вычисляемая один раз в квартал ($l = 90$ дней) или один раз в год ($l = 360$) и налог на нее $t\P_i$, выплачиваемый по ставке t (в настоящее время $t = 0.24$); C_i — средства, направляемые поставщику сырья; I_i — средства, остающиеся в распоряжении “директора” предприятия, которые он полностью или частично изымает из оборота (на выплату дивидендов, закупку нового оборудования, на социальные или какие-то иные цели).

Определим понятие прибыли, которая является разностью между доходами и затратами за период l вместе с начисленной амортизацией. В бухгалтерском учете приняты две формы исчисления доходов — по поступившим средствам $\sum_{i=i_0}^{i+l} S_i$ ($l = 90$ или 360 , т.е. за квартал или год) или по реализации (отгрузке) $\sum_{i=i_0}^{i+l} (1 + \alpha_i)r_i$. Если рынок (покупатель) отдает за товары все положенные деньги, то это, по сути, один и тот же поток, только измеряемый в разное время. При первой форме исчисления дохода прибыль находится по формуле

$$\Pi_l = \sum_{i_0}^{i_0+l} [S_i - (A_i^R + (3/\Pi)_i^R + 3_i^R + C_i)], \quad (6)$$

а при второй форме —

$$\Pi_l = \sum_{i_0}^{i_0+l} [(1 + \alpha_i)r_i - (A_i^R + (3/\Pi)_i^R + 3_i^R + C_i)]. \quad (7)$$

Счет расчетов с поставщиками сырья (счет кредиторской задолженности) увеличивается при поступлении сырья (материалов и комплектующих) на склад и убывает при погашении с расчетного счета задолженности перед поставщиком

$$K_{i+1} = K_i + (m_+)_i - C_i. \quad (8)$$

Уравнения (1)–(5) и (8) вместе с одним из определений (6) или (8) образуют систему, имеющую стационарное решение, которое находится, если положить, как это принято в конечно-разностных уравнениях, $X_{i+1} = X_i$. Тогда из (1)–(4) и (8) получаем:

$$m_+ = m_-, \quad (1')$$

$$m_- + A + (3/\Pi) + 3 = n, \quad (2')$$

$$n = r, \quad (3')$$

$$(1 + \alpha)r = S, \quad (4')$$

$$m_+ = C. \quad (8')$$

Уравнение (5) содержит кумулятивные переменные, поэтому для него понятие “стационарность” следует применять в модифицированном виде. Накопление свободных денежных средств на расчетном счете происходит 90 (или 360) дней, после чего вычисляется (балансовая) прибыль, в стационарном режиме —

$$\Pi_{\text{ст}} = l\alpha r. \quad (9)$$

Далее выплачивается налог на прибыль $l\Pi$, а накопленная чистая прибыль $(1 - t)\Pi$ и амортизационные отчисления, суммарно составляющие I , снимаются со счета “директором” и направляются на нужды вне прямого хозяйственного оборота.

Следовательно, из оборота ежеквартально или ежегодно изымаются средства в виде накопленной амортизации и чистой прибыли

$$I_l = l(A + \alpha r) - t\Pi_l = lA + (1 - t)\Pi_l. \quad (10)$$

Модель предусматривает, что при недостатке оборотных средств часть этих накоплений “директор” может оставить в обороте.

Таким образом, “стационарность” для уравнения (5) заменяется периодическим (при $i = l$) обнулением значения P_i или оставлением на расчетном счете некоторой доли накоплений.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СМЫСЛ СТАЦИОНАРНОГО РЕШЕНИЯ

Наличие стационарного решения в системе показывает, что рассматриваемое нами предприятие способно работать в режиме простого воспроизводства и при этом генерировать прибыль. Расчеты на модели с отклонением параметров от заданных (в том числе с различными начальными условиями) должны показать, насколько это решение устойчиво и каковы траектории выхода на это решение.

Как видно из описания модели, предприятие является открытой системой в том смысле, что оно взаимодействует с внешней средой через рынок. С рынка факторов оно получает сырье (материалы и комплектующие), а на рынок товаров оно отправляет свою готовую продукцию. При этом за продукцию (с некоторым запаздыванием) оно получает от покупателя денежные средства, основную часть которых расходует на закупку сырья, выплату заработной платы, покрытие других затрат и т.д., т.е. на осуществление очередного цикла производства. Средства, накопленные на расчетном счете сверх необходимых на простое воспроизводство, изымаются директором из оборота полностью или частично. Определенная доля накопленных средств может направляться на обновление оборудования или на закупку нового, т.е. на подготовку для расширения производства. В модели появление такого расширения можно выразить увеличением потока сырья (материалов и комплектующих), идущего ежедневно со склада на производство.

Выражение (10) для накопленных и изымаемых в стационарном режиме средств наглядно иллюстрирует закон сохранения стоимости, действующий для любого экономического субъекта, ведущего самостоятельный баланс: приращение денежных средств на его расчетном счете равно сумме чистой прибыли и амортизационных начислений, которым на каждом воспроизводственном цикле не противостоят аналогичные затраты. В случае нестационарного режима аналогичный закон продолжает действовать, его можно вывести в математической форме, просуммировав выражения (1)–(5) и вычтя из суммы уравнение (8). Здесь, однако, он имеет более сложный характер, так как указанные в (10) суммы накопления уменьшаются на величину приращения активов (запасов на складах и в незавершенном производстве) и увеличиваются на величину прироста пассивов — кредиторской задолженности

$$\Delta P = A + (1 - t)П - (\Delta M + \Delta Г + \Delta H + \Delta Д) + \Delta К, \quad (11)$$

где $\Delta X = X_{i+1} - X_i$ — приращение соответствующей переменной. (Здесь для простоты мы не вводим кумулятивных переменных и говорим о приращениях за один период.)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИ

Для придания полноты и замкнутости модели, а также для приближения ее к свойствам реально действующих предприятий введем следующие предположения и связи. Будем считать, что грузы от поставщика сырья (материалов и комплектующих) поступают частями, например вагонами. Следовательно, и погашение возникающей при оприходовании сырья на склад кредиторской задолженности осуществляется траншами, величина которых равна стоимости одного вагона сырья.

В данной модели основным стабилизирующим фактором выступает производство, ежедневно потребляющее со склада равные объемы сырья, которые в стоимостном выражении приняты за единицу, т.е. $(m_i)_i = 1$. Естественно, что со склада в производство сырье может уйти только в том случае, если оно на складе имеется. Если же вагон от поставщика задерживается и на складе сырья нет, то в производстве образуется простой (пауза). В модели предполагается, что сырье в производстве находится τ_2 дней и за это время проходит некоторый цикл обработки, ежедневно увеличиваясь в стоимости. К концу времени обработки готовое изделие выходит из производства (списывается со счета H_i) и поступает на склад готовой продукции. Этот процесс отражается через переменную n_i в уравнениях (2), (3). Готовое изделие отправляется покупателю (реализуется на рынке товаров), что согласно правилам бухгалтерского учета отражается на счете Γ_i членом r_i , рассчитываемым исходя из себестоимости готового изделия.

Предположим, что товар отправляется покупателю определенными партиями, которые условно можно назвать “машинная поставка”. Размер поставки — один или несколько грузовиков с товаром в день i — определяет дисциплинированный “кладовщик” исходя из наличия готовой продукции (сколько полностью укомплектованных грузовиков удастся сформировать, столько он и отправляет; если готовой продукции не хватает на один грузовик, то в этот день продукция не вывозится).

Тот факт, что продукция реализуется по цене выше себестоимости, отражается коэффициентом $\alpha > 0$, который входит в уравнение (4) для расчета дебиторской задолженности. В модели рынок представлен абсолютно добросовестными покупателями (заказчиками), которые полностью оплачивают направленную им продукцию через τ_3 дней после отгрузки.

Поток платежей S_i , который “пульсирует” с амплитудой, равной стоимости товаров, вмещаемых в 1 грузовик, в стационарном или близком к нему режиме балансируется в уравнении (4) приростом дебиторской задолженности за счет следующей отгрузки, поэтому величина D_i может иметь достаточно гладкий характер вплоть до постоянного значения.

Поток платежей S_i фиксируется приростом на расчетном счете предприятия и по условиям модели — это единственный источник дохода. Остальные члены уравнения (5) отвечают за определенные платежи и имеют приоритеты погашения. Прежде всего выплачивается начисленная заработная плата (для простоты изложения считаем, что обязательные платежи в государственные внебюджетные фонды происходят синхронно и включены в эти суммы), затем — налог на прибыль tP_i и далее регулярно отчисляются средства на погашение текущих затрат Z_i . Если после этих отчислений на расчетном счете остается достаточно средств, то выплачивается кредиторская задолженность. В модели заложено “договорное правило”, что поставщик сырья может отгрузить некоторое оговоренное число вагонов в долг, но если долг не погашается, отгрузки прекращаются. Последними в очереди на оплату стоят средства I_i , которые директор изымает из оборота.

Когда кредиторская задолженность снижена до оговоренного уровня, поставщик отправляет вагон на предприятие, и через τ_1 дней содержимое вагона поступает на склад сырья (материалов и комплектующих). В этот же день изменяется величина кредиторской задолженности на расчетном счете с поставщиками. В день отправки транша в погашение задолженности перед поставщиком величина K_i , согласно уравнению (7), уменьшается на величину C_i . Таким образом, модель оказывается замкнутой и действует, пока хватает оборотных средств.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Созданная модель содержит довольно много параметров, что позволяет не просто исследовать зависимость работы предприятия при изменении одного из них, но и моделировать некоторые экономические условия функционирования.

Можно рассмотреть начало работы нового предприятия при различных начальных условиях. Поскольку в модели заложено требование поставки сырья квантами (вагонами), то начало функционирования и переход к производственным циклам происходят только при наделении предприятия оборотными средствами, в сумме превышающими стоимость 1 вагона сырья. При этом, как и в реальной ситуации, не столь важно, в какой форме эти средства предоставлены предприятию в начальный момент — деньги на реальном счете, запас сырья на складе, готовая продукция на соответствующую сумму и т.п. Типичный вид функций, описывающих состояние бухгалтерских счетов предприятия с момента старта и до выхода на стационарный режим работы, показан на рис. 2.

В начальный момент предприятие может не иметь собственных оборотных средств, но все же может начать работу, если поставщик сырья готов отпустить 1–2 вагона в кредит. К такой практике прибегают очень многие машиностроительные и другие предприятия несырьевой сферы, потерявшие свои оборотные средства в период высокой инфляции 1990-х годов и не сумевшие восстановить их до настоящего времени. При этом ряд экономических показателей такого предприятия могут оказаться даже лучше, чем показатели предприятия, имеющего собственные оборотные средства, так как оно, по сути, постоянно использует беспроцентный товарный кредит от поставщика, что отражается на счете в виде постоянной кредиторской задолженности.

В зависимости от соотношения рентабельности и времени оборачиваемости средств модель может демонстрировать два вида устойчивых режимов работы.

1. Если накопление средств происходит достаточно быстро и они “растекаются” по всей производственно-финансовой цепочке, то внутреннее производство постепенно загрузится полностью и предприятие выйдет на нормальный стационарный режим работы (рис. 2).

2. Если же достаточного накопления средств не происходит и их оборачиваемость низкая, то паузы в загрузке производства сохраняются и предприятие работает, можно сказать, в “импульсно-периодическом” режиме (рис. 3).

Предприятие может функционировать даже при формально нулевой рентабельности, так как у него образуются определенные накопления за счет начисляемой амортизации, которой не про-

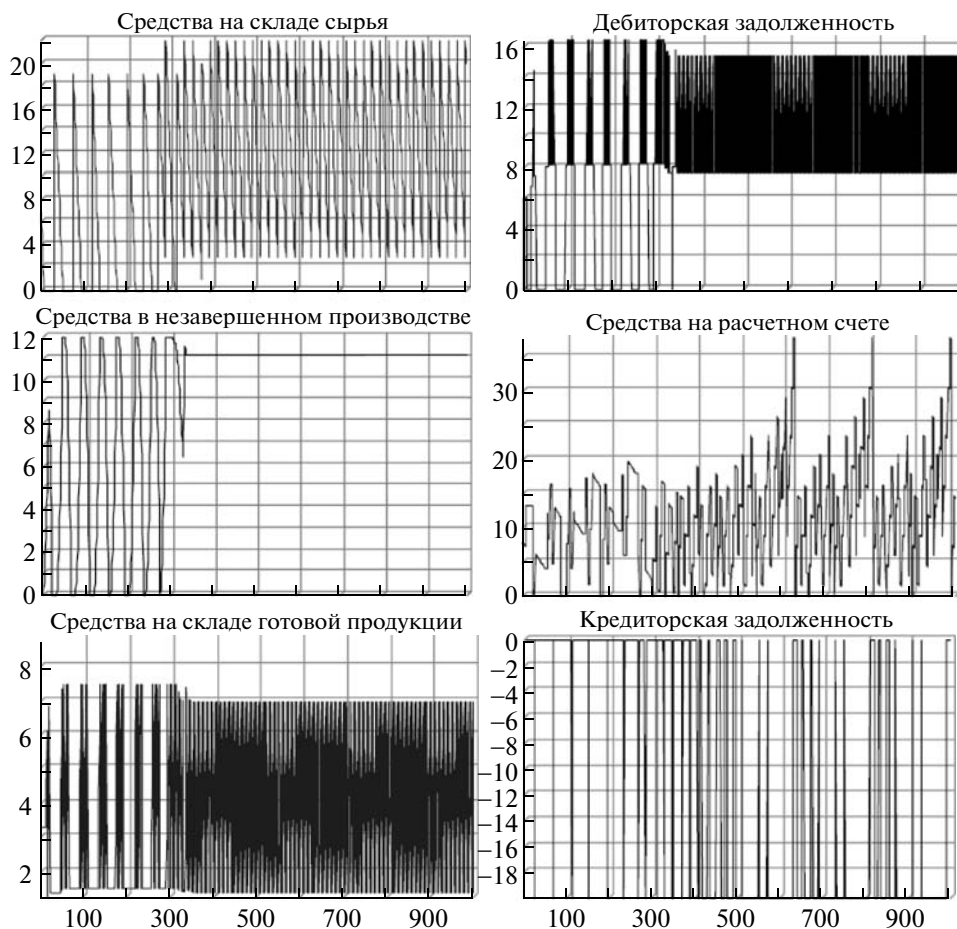


Рис. 2. Типовые зависимости экономических параметров при выходе предприятия на стационарный режим работы.

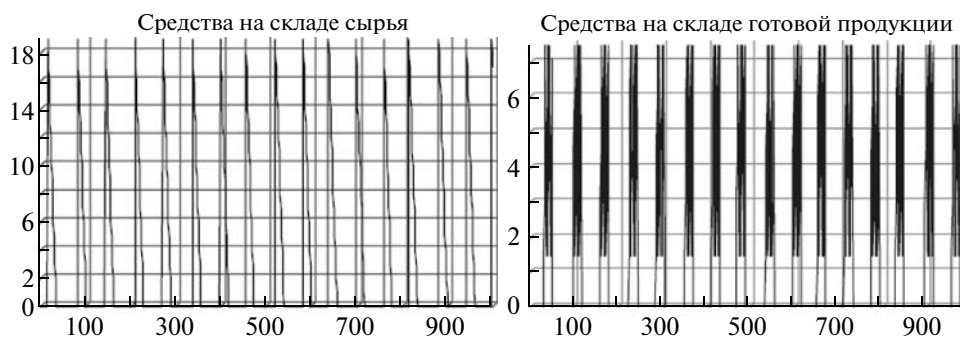


Рис. 3. Недостаток оборотных средств заставляет предприятие работать с перерывами (совокупные оборотные средства равны стоимости одной вагонной поставки).

тивопоставляются регулярные затраты. Если же директор откажется от изъятия из оборота хотя бы части образующихся накоплений, то предприятие имеет все шансы выйти на нормальный стационарный режим работы (рис. 4). Исследование режимов с частичным сохранением средств в обороте показывает, что в этих условиях предприятие всегда имеет определенный запас денежных (т.е. абсолютно ликвидных) средств, аварийный запас сырья на складе, вовремя погашает кредиторскую задолженность и т.д. Другими словами, предприятие работает устойчиво, надежно и способно адекватно реагировать на изменения внешней конъюнктуры.

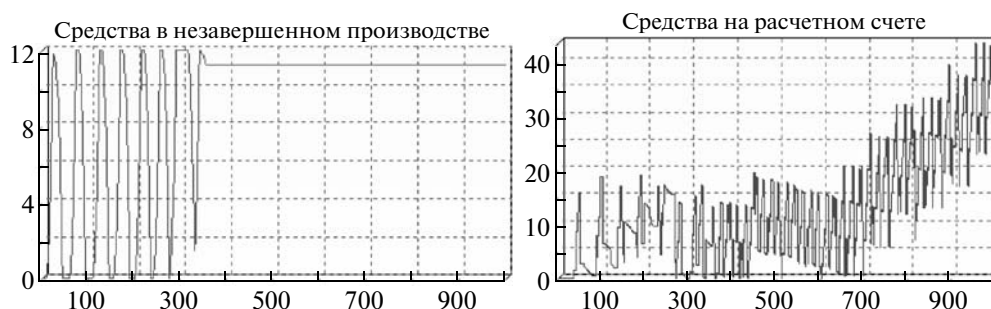


Рис. 4. Предприятие имеет возможность выйти на стационарный режим работы, даже имея нулевую рентабельность, если накопления за счет начисленной амортизации не изымаются, а остаются в обороте.

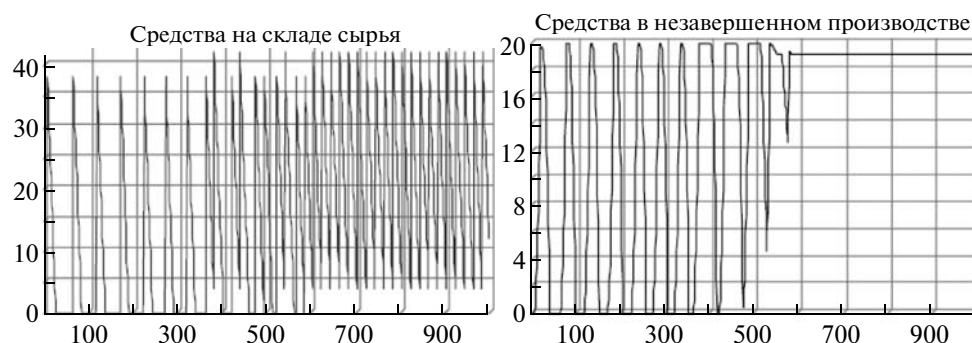


Рис. 5. Удорожание сырья увеличивает время выхода предприятия на стационарный режим работы (стоимость сырья увеличилась в 1.5 раза по сравнению с первоначальной).

Все приведенные выше расчеты описывались только стоимостными показателями, как это принято в бухгалтерском учете. Однако для отображения ряда таких экономических процессов, как, например, изменение цен на сырье, пришлось внедрить в модель параллельный учет материальных ценностей в их физическом (количественном) измерении. При этом в модели вместо одного параметра — стоимости материального потока $m_{\pm}$ (или $n_{\pm}$) — возникают два новых: количество единиц сырья q (измеряемых в тоннах, литрах, штуках) и стоимость единицы сырья p . На стадии производства к начальной цене сырья прибавляются начисленная заработная плата, амортизация и прочие затраты, включая налоги, что позволяет, зная использованное количество единиц сырья и готовой продукции, определить себестоимость изделий.

Варьируя параметр q , который определяет материальный поток сырья со склада, можно менять загрузку (интенсивность) производства. Соответственно будет меняться и выпуск готовой продукции в количественном выражении. Однако в финансовых показателях точная пропорция не соблюдается, поскольку, например, амортизационные начисления, включаемые в себестоимость продукции, постоянны внутри каждого периода и от загрузки производства не зависят.

В реальной экономике очень часто происходит изменение стоимости сырья. В модели рост этого параметра ведет к увеличению стоимости одного кванта сырья, поставляемого на предприятие и, соответственно, к повышению стартового порога объема оборотных средств, которыми предприятие должно быть наделено для работы. При повышении стоимости сырья удлиняется время переходного процесса, так как для перехода к стационарному режиму требуется накопить больше оборотных средств. Здесь особенно важны действия директора, который может оставлять часть денег в обороте, ускоряя тем самым переход к стационарному режиму (рис. 5).

Снижение стоимости сырья является для предприятия благоприятным фактором, так как сохранение цены реализации на продукцию позволяет иметь более высокую рентабельность и, соответственно, более устойчивый режим работы.

Рассмотренная выше имитационная модель работы производственного предприятия реализована средствами C++ Builder 6.0. При написании программы в качестве объектов были ис-

пользованы счета (1)–(5), (8). Модель позволяет работать с каждым счетом отдельно, получать информацию с других счетов, преобразовывать ее и передавать для дальнейшей обработки.

Представленная модель производственного предприятия способна отобразить широкий спектр экономических процессов, анализировать результаты, к которым приводят те или иные изменения параметров функционирования (как задаваемые внешними условиями, так и реализующиеся в результате решений, принимаемых руководством (директором)).

В то же время модель требует дальнейшего совершенствования и расширения, особенно в части схем рынка, на который предприятие выходит со своей продукцией.

Поступила в редакцию
31.07.2006 г.

The Working Computer Model of a Production Enterprise

A. Yu. Serov, A. V. Smorgonsky

The proposed model of a production enterprise contains six book-keeping accounts that fix the basic parameters of its functioning. The inner financial and economic procedures, providing the production process, as well as customers' and suppliers' relations are put into the model. Giving the different starting inputs one is able to monitor the transition processes and the achieving (in favorite conditions) the stationary production regime or the suspension of production (when lacks the circulating assets).