

УДК 517.977

Задача оптимального управления производством в кризисных ситуациях с учетом совершенствования создаваемой новой авиационной техники *

Г. Н. Лебедев, Дао Нгок Тхай

Аннотация

Рассматривается процесс одновременного производства продукции и повышения её качества с помощью производственного и конструкторского звена предприятия. Показано, что спрос на продукцию зависит от скорости повышения её качества, что особенно важно в периоды спада производства.

Ключевые слова: управление; промышленный; производство; авиационная промышленность

Введение

При управлении на предприятии промышленным производством для повышения его рентабельности важно вкладывать полученную прибыль не только в развитие самого производства, включая помимо увеличения мощности совершенствование его технологии, но и непрерывно создавать новую продукцию повышенного качества.

Особенно это касается таких высокотехнологичных отраслей, как авиационная промышленность, где в условиях конкуренции без улучшения качества новой авиационной техники неизбежно упадет спрос, от которого зависит получаемая прибыль.

Сформулировать задачу

Цель данной работы является попытка оптимального распределения средств между самим производством и конструкторскими разработками, сформировать при этом динамическую модель повышения качества и связанного с ним увеличения спроса.

Работа выполнена при материальной поддержке гранта РФФИ № 11-08-00032а

* **Постановка задачи**

Дано:

1. Приняты, как заданные, следующие динамические модели:

Производственное звено описывается дифференциальным уравнением первого порядка, а его структура содержит отрицательную и положительную связь, как это показано на рис. 1

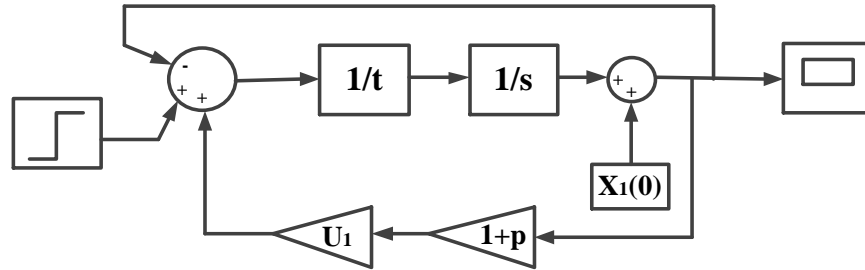


Рис.1 Математическая модель производственного звена

$$\dot{x}_1 = \frac{x_1}{\tau} [(1 + \rho)U_1 - 1] \quad (1)$$

где τ - время оборота капитала;

ρ - рентабельность производства;

$x_1(0)$ - начальный капитал;

x_1 - стоимость выходной продукции в единицу времени;

U_1 - доля стоимости выходной продукции, направляемой для возобновления производства.

2. Задача совершенствования технологии производства в данной работе не рассматривается, т.е. $U_2 = 0$.

3. Качество продукции K , учитывающее ряд технических частных показателей $Z_l (l=1..l)$ в свертке $K = \Phi(\bar{Z}_L)$, постепенно растет, если часть средств в зависимости от выбираемой доли U_3 вкладывается в конструкторский отдел предприятия, и поэтому лежит в пределах.

$$K_{\min} \leq K \leq K_{\max} \quad (2)$$

Где - K_{\min} - достигнутый в начальный период уровень качества;

- K_{\max} - ожидаемый предельный уровень качества в конце периоде T.

4. Получаемый доход $x_6(t)$ в единицу времени, или темп продаж есть функция как достигнутой развиваемой мощности x_1 предприятия, так и спроса $S(t)$ на его продукцию. Если спрос превышает предложение, то доход зависит от мощности, и наоборот - от спроса, т. е.

$$x_6 = \min[x_1(t), S(t)] \quad (3)$$

В свою очередь, спрос зависит от качества продукции, с одной стороны, и с другой - от покупательной способности потребителей, число которых $m(t)$ постепенно сокращается, если качество продукции остаётся неизменным

$$S(t) = \Phi[K(t), m(t)] \quad (4)$$

При этих условиях требуется

- разработать математическую модель совершенствования качества продукции с учетом ограничения (2);
- разработать динамическую модель изменения спроса S в зависимости от качества K и покупательной способности m ;
- сформулировать задачу оптимального управления работой производственного и конструкторского звена, обеспечивающего максимальную эффективность $Y(T)$ в конце планируемого периода.

Математическая модель спроса

Опираясь на тот факт, что чем ниже качество продукции K и покупательная способность m , тем ниже спрос, можно предположить в статической постановке задачи первую версию модели в виде линейной свертки.

$$S = l_1 K + l_2 m \quad (5)$$

Однако этого недостаточно, т. к. при некоторых условиях и при низком качестве всё равно существует некий минимальный спрос, да и сама формула (5) не учитывает динамики событий. Поэтому нужно применить другую модель, по крайней мере, воспользовавшись суммой линейной и мультипликативной свертки

$$S = l_1 K + l_2 m + l_3 Km \quad (6)$$

Поэтому проведем дополнительные рассуждения, смысл которых можно пояснить рис. 2

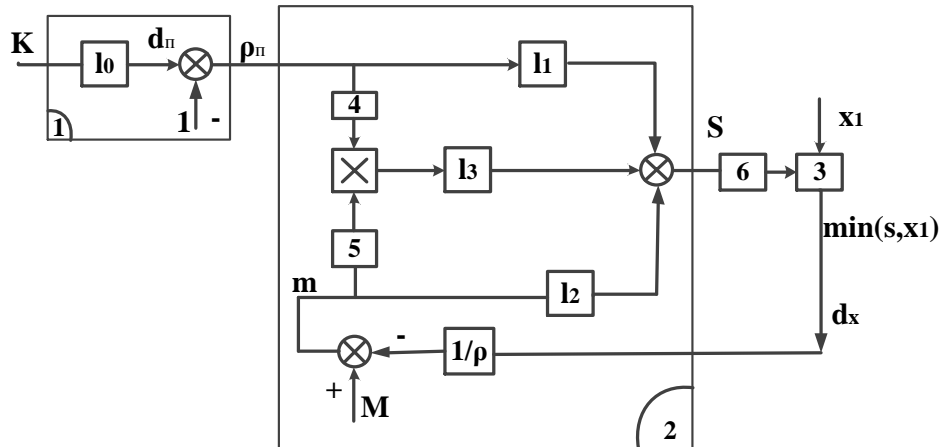


Рис. 2 Математическая модель спроса с учетом заданного качества K и динамики изменения покупательной способности m .

- l_0 - масштабный коэффициент, переводящий качество приобретенной продукции в ожидаемый доход d_n от её применения;
- $\rho_n = 1 - d_n$ - потенциальная рентабельность новой продукции, влияющая на спрос;
- M - первоначальное число потребителей, покупательная способность которых позволяет приобрести продукцию заданного качества;
- P - оператор Лаиласа;
- l_0, l_1, l_2, l_3 - коэффициенты, требующие специального выбора.

- 1 - блок перевода улучшаемого качества продукции в её потенциальную рентабельность;
- 2 - блок оценки спроса с учётом потенциальной рентабельности и динамики сокращения числа M покупателей;
- 3 - блок сравнения выпускаемой продукции x_1 , и спроса S на неё;
- 4,5,6 - блоки нелинейных ограничений в пределах, учитывающих неотрицательность реальных значений S, M и ρ_n .

Первые попытки моделирования схемы рис.2 показали, что без её включения в общий контур уравнения при постоянных качестве K и мощности предприятия спрос S постепенно падает, но при росте качества с учетом этой схемы спрос временно растет, что можно проиллюстрировать рис. 3

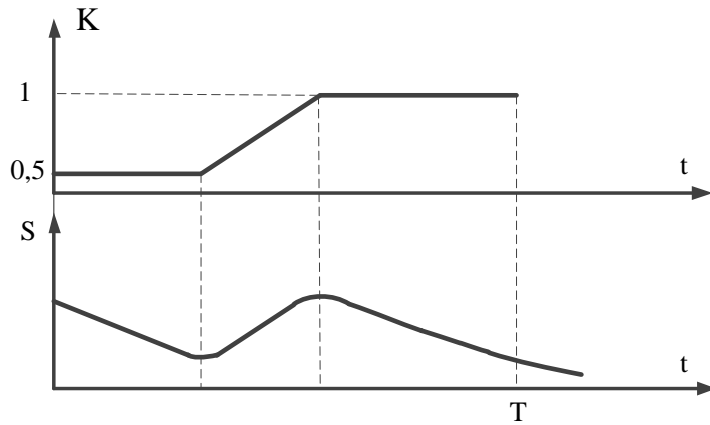


Рис. 3 График изменения спроса в зависимости от достигаемого уровня качества продукции.

График поведения спроса $S(t)$ на рис.3 указывает на то, что действие блока 2 напоминает реакцию дифференцирующей цепочки, которую можно представить в простом виде, как показано на рис.4

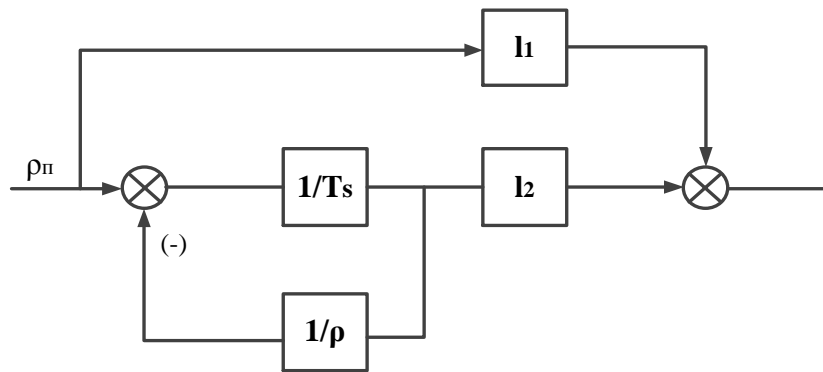


Рис. 4 Упрощенная динамическая модель спроса.

Согласно этому рисунку, передаточная функция $W_s(p)$ модели спроса упрощенно является линейной динамической моделью и равна.

$$W_s(p) = \frac{l_2}{T_1 p + 1} + l_1 \quad (7)$$

где:

- T_s - постоянная времени аperiodического звена, учитывающего постепенный рост и падение спроса ($T_s < T$);
- l_1, l_2 - масштабные коэффициенты ($l_1 \square l_2$).

Первые результаты моделирования

Полученная математическая модель спроса вместе с динамической моделью конструкторского звена, сформированной, согласно пункту 3 постановки задачи, в виде апериодического звена, позволила составить в среде Matlab общую схему моделирования, представленную на рис. 4

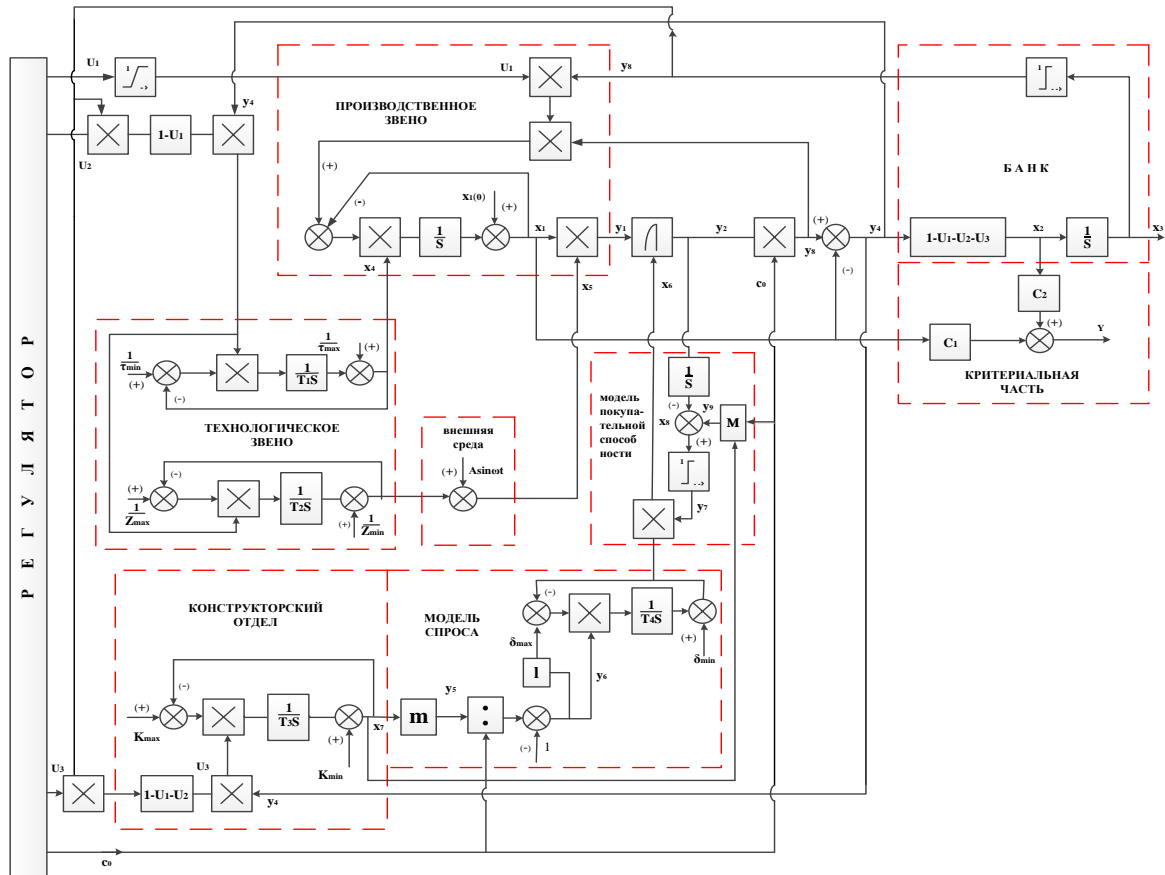


Рис.4 Общая схема моделирования производственного и конструкторского звена предприятия с переменной рентабельностью

где

X_1 - стоимость произведенной продукции/мес.; X_4 - величина обратная снижаемому времени оборота капитала - ($X_4 = 1/\tau$); X_5 - величина обратная меняющимся затратам на изготовление единицы продукции - ($X_5 = 1/Z$); X_6 - зависящее от спроса желаемое число покупаемой продукции/мес.; X_7 - достигнутый показатель качества (в свертке) продукции; X_8 - общее число продольной продукции; X_9 - потенциальной спрос/мес.; U_1 - доля прибыли после затрат на окупание производства, идущая на него расширение;

U_2 - доля прибыли на улучшение технологии;

U_3 - доля

прибыли на повышение качества продукции;

C_0 - назначаемая цена;

τ - время оборота капитала;

K - качество

товара;

C_1, C_2 - коэффициент свертки;

m - функция зависимости ожидаемого дохода товара от него качества;

M - функция

числа покупателей от назначенной цены.

Считается, что предприятие функционирует в переменных условиях, включающих благоприятный и неблагоприятный периоды. Это обстоятельство учитывается с помощью переменной рентабельности

$$\rho(t) = \rho_0 + A \sin \frac{t}{T} \quad (8)$$

Считается также, что управление U_1 производственным звеном является кусочно-постоянным, вследствие переменных условий (8), как показано на рис 5 и было получено в [1]

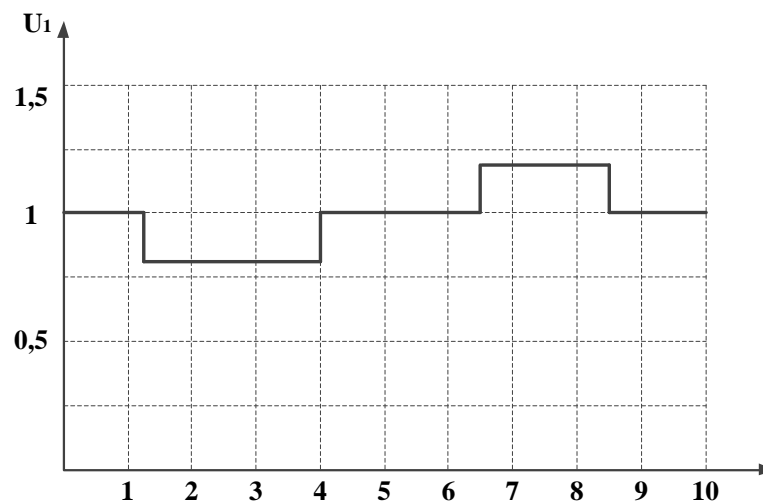


Рис. 5 Кусочно-постоянное управление производственным звеном

Интересующее нас управление (2) конструкторским звеном в данной работе пока взято постоянным. Моделирование должно ответить на вопрос – будет ли более эффективно вкладывать часть получаемого дохода при $U_2 \neq 0$ в повышение качества новой продукции,

или лучше этого не делать, т.е. согласиться, что $U_2 = 0$.

Первые результаты моделирования показали, что при определенных, но вполне реальных условиях предприятие будет более устойчивым в неблагоприятный период, если

это качество продукции непрерывно и заблаговременно повышать. Это можно проиллюстрировать графиками зависимости критерия Y от времени, показанным на рис.6

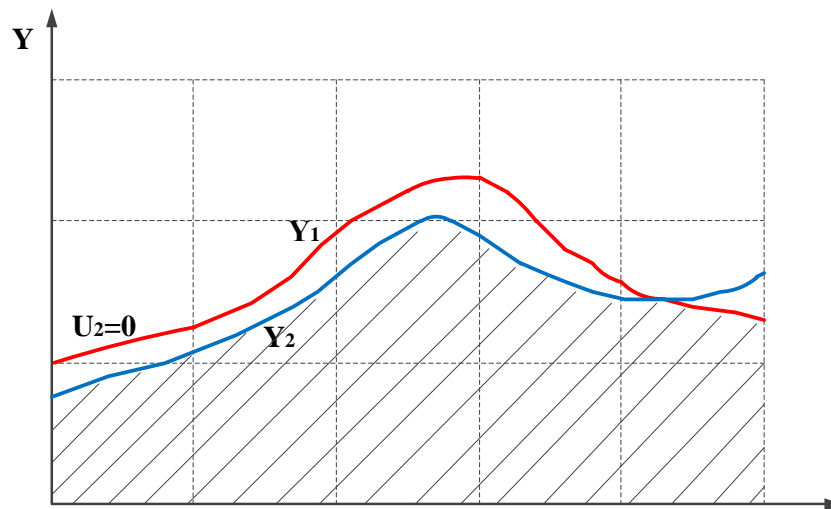


Рис. 6 Сравнительная оценка эффективности работы производственного и конструкторского звена предприятия

$$Y = K_1 X_1(t) + K_2 X_3(t) \quad (9)$$

где X_1 - достигнутая мощность предприятия;

X_3 - чистая прибыль в банке;

кривая Y_1 - соответствует случаю $U_2 = 0$;

кривая Y_2 - при повышении качества. Видно, что к концу планируемого периода T эффективность предприятия возросла на 15%.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Предложена математическая модель повышения качества продукции в виде аperiодического звена, постоянная времени которого мулатипликативно зависит от доли вкладываемых средств в конструкторское звено предприятия.
2. Предложена динамическая модель спроса на продукцию в виде дифференцирующего звена, учитывающего зависимости темпа продаж от

скорости повышения качества продукции.

3. Первые результаты моделирования показали, что эффективность предприятия в неблагоприятный период возрастает, если заблаговременно разрабатывать продукцию повышенного качества, что особенно важно для производства авиационной техники.

Список литературы

1. *Царьков В.А* Экономическая динамика и эффективность капитальных вложений. М., Изд. дом «Лексикон», 1997, 103 стр.
2. *Лебедев Г.Н.* Постановка задачи оптимального управления технологическими процессами для обеспечения динамической устойчивости промышленного производства в кризисных ситуациях. М., Изд. «Новые технологии», 2010, №7 стр 53-55.
3. *Беллман Р.* Динамическое программирование. М.,Изд. ИИЛ, 1961 г.
4. *Лебедев Г.Н., АунгМьёТху, Пашкевич А.Г* «Динамические модели производственного и технологического звена в задаче оптимального управления предприятием в кризисных ситуациях». М., Изд. «системы управления и информационные технологии», 2011, №3(45), стр. 36-40.
5. *Лёттов А.М.* Динамика полёта и управления. М.,Наука, 1969 г.

Сведения об авторах

Лебедев Георгий Николаевич, профессор Московского авиационного института (национального исследовательского университета), д.т.н., тел.: 786-89-95, 8(916) 306-92-84, e-mail: kaf301@mai.ru

Дао Нгок Тхай, аспирант Московского авиационного института (национального исследовательского университета), тел.: 8(929) 524-56-88, e-mail: dthaihn@yahoo.com