

УДК- 629.7.017.1+519.852

На правах рукописи



Дао Нгок Тхай

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ С УЧЕТОМ
ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ КАЧЕСТВА**

Специальность 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2014

Работа выполнена на кафедре «Системы автоматического и интеллектуального управления» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) «МАИ».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
заслуженный деятель науки РФ
Лебедев Георгий Николаевич

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор Военно-Воздушной Академии
им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Семёнов Михаил Евгеньевич
кандидат технических наук, доцент
ВА РВСН им. П. Великого
Канушкин Сергей Владимирович


Ведущая организация: ФГУП «ГОСНИИАС»

Защита состоится “29” сентября 2014 г. в 13 час. на заседании диссертационного совета Д 212.125.11 при Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете) «МАИ» по адресу: 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4., зал заседаний Ученого Совета МАИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Московского авиационного института (национального исследовательского университета), http://mai.ru/events/defence/index.php?ELEMENT_ID=49712

Автореферат разослан “ ____ ” _____ 2014 г.

Учёный секретарь
Диссертационного совета Д 212.125.
канд. тех. наук, доцент


Горбачев Ю.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы Существующие кризисные ситуации в экономике и промышленным производством, возникающие по ряду внешних причин - нехватки сырья и рынков сбыта, снижения темпа продаж и т.д., обусловлены также недостатками существующих методов управления предприятиями. Особенно сильное влияние на эффективность производства оказывают показатели качества выпускаемой продукции, и если оно не растет, то спрос на неё неизбежно падает. В свою очередь качество определяется рядом технических характеристик, совершенствование которых обеспечивает конструкторское звено предприятия. Между тем вопросы формирования динамической модели промышленного производства, учитывающей как количество выпускаемой продукции, так и её качество, до сих пор не изучены. Поэтому тема данной диссертационной работы, посвящённая задаче одновременного управления производственным и конструкторскими звеньями предприятия в кризисных ситуациях, является актуальной.

Объектом исследования является промышленное предприятие, выпускающее продукцию при обновлении её качества. Неблагоприятное воздействие внешней среды моделируется в данной работе с помощью переменной рентабельности, которая будучи отрицательной, соответствует опасной ситуации спада производства. **Предметом исследования** является система управления производственным и конструкторским звеном предприятия. **Целью диссертационной работы** является повышение эффективности управления промышленным производством за счет использования методов оптимального управления при выбранном критерии в виде свертки производственной мощности, качества продукции и накопленной прибыли к концу контролируемого периода.

На защиту выносятся следующие основные научные положения

1. Динамическая модель конструкторского звена, предназначенного для обновления качества выпускаемой продукции;

2. Математическая модель критерия эффективности производства, учитывающая в свертке количественные и качественные технические показатели продукции;
3. Методика синтеза субоптимального управления конструкторским звеном при переменной рентабельности;
4. Алгоритм управления многозвенным предприятием в условиях конкуренции при постепенном внедрении в производство вновь выпускаемой техники.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Предложена многомерная модель конструкторского звена, состоящего из нескольких отделов, каждый из которых описывается линейным дифференциальным уравнением первого порядка. При этом на экспоненциальное повышение отдельного качества само управление, определяющее долю средств из общего дохода, влияет мультипликативно.
2. Параметрический критерий эффективности представлен в виде суммы аддитивной и мультипликативной форм, учитывающих скорость выпуска продукции, её качество и получаемую прибыль. Показано, что применение в свертке мультипликативной формы позволяет получить сбалансированную оценку и обеспечить более высокую эффективность предприятия без сильного снижения отдельных технических показателей.
3. На базе динамического программирования получено в квадратурах субоптимальное управление конструкторским звеном в квазилинейной форме. Доказано, что доля средств на конструкторские разработки растет при увеличении прибыли и снижается при повышении технического качества новой продукции.
4. Получена линейная модель распределения средств между конструкторскими отделами пропорционально ожидаемой скорости повышения качества в каждом из них, а общая доля средств на конструкторские разработки в целом учитывает суммарную скорость повышения качества.

5. При анализе деятельности производственных звеньев предприятия установлено, что максимальная эффективность достигается в условиях конкуренции, когда сначала только одно звено постепенно внедряет отдельные новые компоненты, а второе звено полностью переходит на новую продукцию после того, как темп её продаж станет выше старой.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что с помощью предложенного подхода можно наиболее рационально определить часть средств на повышение качества продукции, а не на расширение производства старой, что позволяет согласно результатам моделирования на ЭВМ повысить эффективность производства в 1.5-2 раза

Достоверность полученных результатов подтверждается применением для синтеза управления научно обоснованных методов параметрической оптимизации и динамического программирования. Полученные алгоритмы управления конструкторским и производственным звеном уточнены и проведены с помощью моделирования на ЭВМ в среде Matlab при учете динамики производства и спроса на продукцию растущего качества.

Личный вклад автора состоит в проведении анализа существующих методов управления технико-экономических систем, создании моделей конструкторского звена и спроса на новую авиационную технику, разработке алгоритма квазилинейного управления конструкторским звеном, личном участии в формировании схемы моделирования системы в среде Matlab, подготовке основных публикаций по выполненной работе

Ценность для науки и практики диссертационной работы определяется тем, что несмотря на сложность нелинейной динамической технико-экономической системы управления предприятием, удалось показать, что для её синтеза можно с успехом применить методы теории оптимального управления и получить ценные практические рекомендации.

Апробация работы и публикации по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них 4 - в изданиях, рекомендованных ВАК. Научные и прикладные результаты докладывались и обсуждались на международном научно - техническом семинаре «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации» г. Алушта в 2012 и 2013 годах.

Объем работы и структура диссертация состоит из введения, четырех глав заключения и библиографического списка. Основное содержание диссертации изложено на 115 страницах и содержит 44 рисунков и 6 таблиц. Список использованных источников включает 59 ссылок на научную библиографию по теме проводимых исследований в диссертационной работе.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении подчеркивается важность использования эффективных методов управления производством продукции с обновляемым качеством в кризисных ситуациях и приводится общая блок-схема производственного и конструкторского звеньев предприятия с переменной рентабельностью.

В первой главе проводится анализ известных методов экономической кибернетики, который с одной стороны показал недостатки стихийных рыночных методов управления и неработоспособность саморегулируемой экономики и, с другой стороны, выявил удачность использования типовых операторных звеньев для описания динамики промышленного производства. Установлено, что в известных исследованиях эффективность производства рассматривалась как функция от количества выпускаемой продукции, а её качества не учитывалось, и спрос на неё считался неизменным. Сформулирована общая постановка задачи управления производством продукции при повышении её качества, при следующих допущениях.

1. Рассматривается система управления предприятием, содержащая производственное и конструкторское звено, модели спроса и формирования прибыли в условиях переменной рентабельности, как показано на рис.1

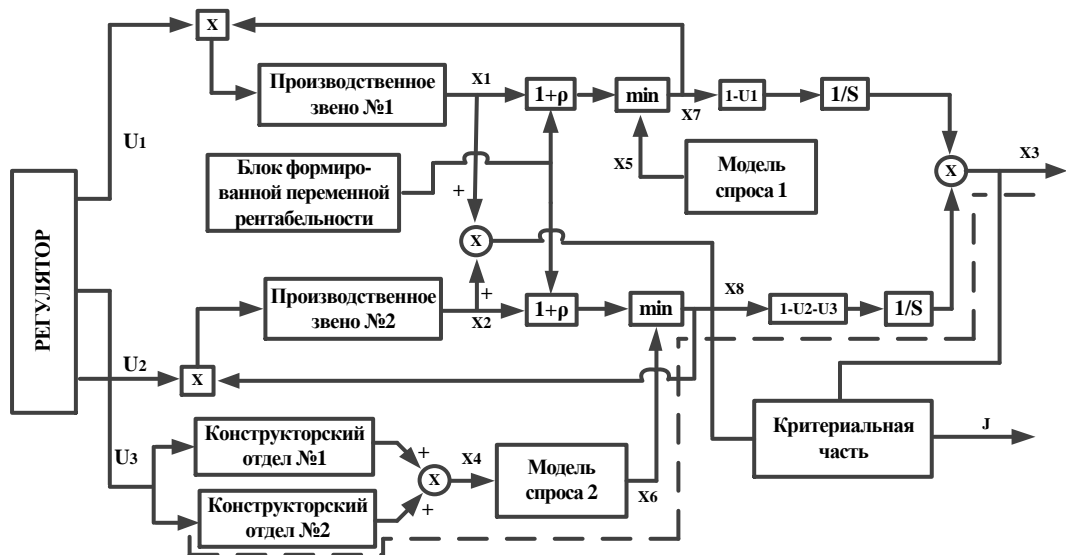


Рис.1 Динамические модели звеньев предприятия

2. Приняты, как заданные, следующие динамические модели звеньев:

Производственное звено описывается дифференциальным уравнением первого порядка, а его структура содержит отрицательную и положительную связь, как это показано на рис. 2

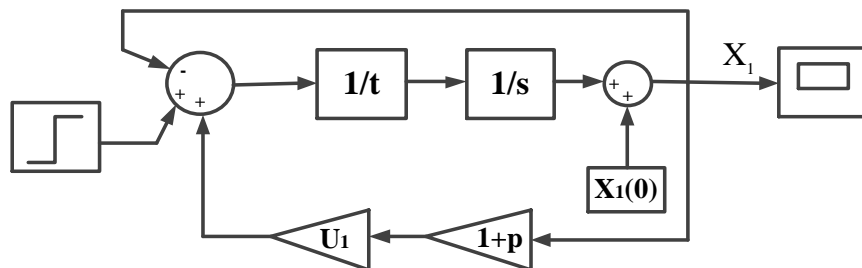


Рис.2 Математическая модель производственного звена

$$\dot{X}_1 = \frac{X_1}{\tau} [(1+\rho)U_1 - 1] \quad (1)$$

где τ - время оборота капитала; $X_1(0)$ - начальный капитал; X_1 - стоимость выходной продукции в единицу времени; U_1 - доля стоимости выходной продукции, направляемой для возобновления производства; $\rho(t)$ - переменная рентабельность.

$$\rho = \hat{\rho} + A \sin \frac{t}{T_0} \quad (2)$$

где $\hat{\rho} > 0$ - средняя рентабельность, $A > \hat{\rho}$ - амплитуда колебаний, T_0 - период возникновения кризисных ситуаций

3. Задача совершенствования технологии производства в данной работе не рассматривается, т.е. $U_0 = 0$.

4. 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.

$$K_{\min} \leq K \leq K_{\max} \quad (4)$$

где K_{\min} - достигнутый в начальный период уровень качества; K_{\max} - ожидаемый предельный уровень качества в конце периода T .

Динамическая модель повышения качества подлежит определению.

5. 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.

$$X_6 = \min[X_1(t), S(t)] \quad (5)$$

При этих условиях требуется

- разработать математическую модель совершенствования качества продукции с учетом ограничения (1.41);
- разработать динамическую модель изменения спроса в зависимости от качества и покупательной способности;
- сформулировать задачу оптимального управления работой производственного и конструкторского звена, обеспечивающего максимальную эффективность в конце планируемого периода

Вторая глава посвящена формированию динамической модели конструкторского звена. В одномерном случае проанализирована цепочка действий, начиная с тех предложений и кончая изготовлением макетных образцов для испытаний, после чего отдельные компоненты продукции внедряют в производство, и происходит постепенное повышение качества, сначала компонент, а затем всего технического объекта нового типа, на что требуется определенное время, причем в завершающий период скорость повышения качества заметно снижается.

Нужно заметить, что поведению системы сначала с большой скоростью, а затем с малой соответствует ряд математических моделей, среди которых наиболее простой является экспоненциальная модель.

$$K(t) = K_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_k}}\right) \quad (6)$$

где $K(t)$ - растущее качество вновь создаваемой продукции начиная с минимального значения K_{\min} , K_{\max} - ожидаемое максимальное качество в конце работы конструкторского звена, T_k - постоянная времени задержки при достижении максимального уровня.

При этом постоянная времени T_k прежде всего зависит от тех средств, вложенных в НИР и ОКР, которые определяют долей U_3 от общего дохода, получаемого от текущего выпуска продукции.

В связи с этим в данной работе предложена следующая динамическая модель конструкторского звена, отображающая рост качества X_4 новой продукции

$$\dot{X}_4 = \frac{U_3}{T_k} (K_{\max} - X_4); \quad X_4(0) = K_{\min} \quad (7)$$

где T_k - постоянная времени задержки в появлении новых проектных разработок; U_3 - доля дохода, отводимая на затраты опытно-конструкторских работ и подвергаемая в данной работе оптимальному выбору;

K_{\max} и K_{\min} - заданные пределы изменения качества продукции в нормированных единицах, т.е. $0 \leq X_4 \leq 1$ и $K_{\max} = 1$.

Структурная схема конструкторского звена показана на рис.3

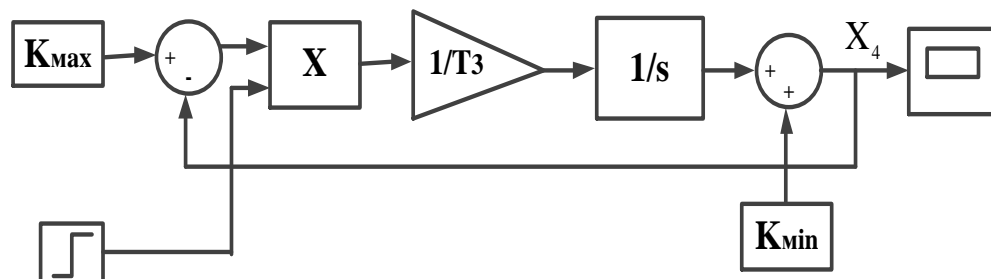


Рис.3. Динамическая модель конструкторского звена

Также более подробно дана оценка повышения качества на примере создания авиационной техники, по трем направлениям разработки пассажирского самолета - его конструкции, двигателя и бортового оборудования. Каждая направление имеет свою скорость повышения качества при работе нескольких конструкторских отделов, в связи с чем предложена многомерная динамическая модель конструкторского звена, описываемая системой дифференциальных уравнений одинакового с (6) типа.

Также предложен параметрический критерий эффективности производства в виде нелинейной свертки технических показателей X_i , определяющих качество продукции

При формировании общего критерия нужно прежде всего исходить из условия достижения максимальной суммарной свертки по всем показателем независимо от различной значимости каждого из них, т.е.

$$z = \sum_{i=1}^n X_i \quad (8)$$

где X_i - нормированная оценка каждого показателя, лежащая в пределах [0.1];
 z - общий интегральный критерий эффективности.

Однако не менее важным условием является недопустимость слишком низкой оценки хотя бы по одному показателю, поэтому критерий z неадекватен линейной свертке, а предлагается его выбрать равным сумме линейной и мультипликативной свертки

$$z = K_1 \sum_{i=1}^n X_i + K_2 \prod_{i=1}^n X_i \quad (9)$$

Критерий (9) назовем гарантийным мультипликативным критерием оценки эффективности предприятия не допускающим низкой оценки по каждому из показателей, включая производительность, прибыльность, качество продукции и зависящий от него спрос.

Чтобы учесть влияние качества продукции на спрос, а затем зависящий от него темп продаж, в работе сформирована математическая модель спроса, действие которой напоминает реакцию дифференцирующей цепочки, которую можно представить в простом виде, как показано на рис.4

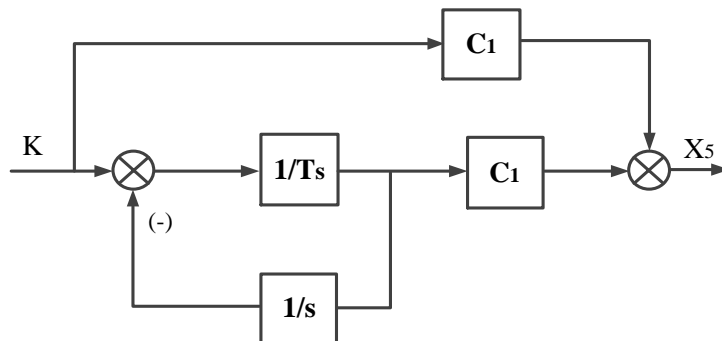


Рис. 4. Упрощенная динамическая модель спроса.

где T_s - постоянная времени апериодического звена, $l_1 \rho$ - дифференцирующая цепочка учитывающая постепенный рост и падение спроса ($T_s < T$); - l_1, l_2 - масштабные коэффициенты ($l_1 = l_2$).

Таким образом сделан важный вывод о том, что эффективность производства зависит не только от самого качества продукции, но и от скорости его повышения при непрерывном обновлении выпускаемой продукции.

Третья глава содержит главный теоретический результат синтеза субоптимального управления конструкторским звеном при следующих допущениях

1. Заданы описанные выше динамические модели производственного, конструкторского звена и спроса представленные на рис. 2-4.
2. Темп продаж продукции определяется как минимум значениями спроса X_6 и предложения X_2 выпускаемой продукции, и в первом приближении используется следующая оценка;

$$a = \frac{X_6 X_2}{X_6 + X_2}; \quad \frac{X_2 X_6}{X_2 + X_6} \cong X_6 - b X_6^2, \quad \text{где } b \cong \frac{1}{X_1} \quad (10)$$

Считается, что в среднем темпы продаж продукции первого и второго звена примерно одинаковы в период их сравнительного функционирования.

3. Часть дохода, неиспользованная на предприятия, накапливается в виде прибыли X_3 в банке в результате работы двух производственных звеньев. Перечисленные условия позволяют компактно описать динамику поведения части предприятия, занимающейся проектированием, производством и сбытом новой авиационной техники с помощью трех дифференциальных уравнений.

$$\begin{aligned} \dot{X}_3 &= a(1 - U_2 - U_3) + (X_6 - bX_6^2) = \\ &= a(M - U_3) + M(X_6 - bX_6^2); \\ \dot{X}_6 &= \frac{1}{T_c} \left[C_1 \dot{X}_4 + \frac{C_2}{T_k} (1 - X_4) U_3 - X_6 \right]; \\ \dot{X}_4 &= \frac{U_3}{T_k} (1 - X_4) \end{aligned} \quad (11)$$

где X_3 - накапливаемая прибыль в банке; X_6 - значение спроса на новую продукцию; X_4 - растущее значение качества авиационной техники.

4. В конце заданного периода T_0 деятельности предприятия эффектив-

ность его работы определяется минимизируемым интегральным функционалом φ в квадратичной форме с учетом заданных контрольных показателей n и m по прибыли и спросу:

$$\varphi = \min \int_0^{T_k} [0,5U_3^2 + 0,5r_1(X_3 - n)^2 + 0,5r_2(X_6 - m)^2] dt \quad (12)$$

где $r_0 = 1$; $1 > r_1 > r_2$ - заданные весовые коэффициенты значимости отдельных показателей, а первое слагаемое $0,5U_3^2$ учитывает приближенно существующее ограничение на долю дохода, отводимого на ОКР.

$$0 < U_3 < 1 - U_1 - U_2$$

Требуется

- выбрать метод оптимизации искомого управления U_3 и найти его значение как функцию текущего состояния системы в возможно наиболее простой линейной или квазилинейной форме;

- установить первоочередные зависимости найденного управления от координат X_3 , X_4 , X_6 и пояснить их физический смысл.

Далее, пользуясь при решении выбранным методом динамического программирования, запишем условие оптимальности в виде уравнения Беллмана в частных производных:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \min U_3 \left(\begin{aligned} &0,5U_3^2 + 0,5r_1(X_3 - n)^2 + 0,5r_2(X_6 - m)^2 + \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_3} [a(M - U_3) + M(X_6 - bX_6^2)] + \\ &+ \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_6} \frac{1}{T_c} [C_1 \dot{X}_4 + \frac{C_2}{T_k} (1 - X_4) U_3 - X_6] + \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_4} \frac{U_3}{T_k} (1 - X_4) \end{aligned} \right) \quad (13)$$

Предварительные расчеты показали, что для синтеза оптимального управления достаточно ограничиться представлением функции Беллмана степенным полиномом третьего порядка следующего вида:

$$\begin{aligned} \varepsilon(X_3, X_4, X_6) = &\beta_1 X_3 + \beta_2 X_6 + \beta_3 X_4 + 0,5\gamma_1 X_3^2 + 0,5\gamma_2 X_6^2 + 0,5\gamma_3 X_4^2 + \\ &+ \Psi_{12} X_3 X_6 + \Psi_{13} X_3 X_4 + \Psi_{23} X_4 X_6 + \varphi X_4^2 X_6 \end{aligned} \quad (14)$$

Получив частные производные $\frac{\partial \varepsilon}{\partial X_i}$ и подставив их в уравнение Беллмана (8), можно получить для установившегося состояния при $\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = 0$ систему нелинейных алгебраических уравнений, являющихся сомножителями для разных степеней полученного в правой части уравнения (14) полинома.

После ряда упрощений удастся вычислить необходимые коэффициенты функции Беллмана в квадратурах

$$\beta_1 = \frac{nr_1 T_C T_K}{2a C_2 \Psi_{12}} - \frac{\beta_2}{C_2 a T_C T_K}; \beta_2 = \frac{C_2 \Psi_{23}^2}{C_2 \Psi_{23} \frac{8\varphi}{C_2}}; \beta_3 = -\frac{\Psi_{23}^2}{T_C (C_2 \Psi_{23} + \frac{6\varphi}{C_2});}$$

$$\gamma_1 = \frac{(C_2 \Psi_{23} + \frac{2a}{T_K} \Psi_{13}^2 - 2C_2 \beta_2) C_2 \Psi_{12}}{a T_C T_K (C_2 \Psi_{23} - C_2 \beta_2)}; \gamma_3 = \frac{8\varphi \Psi_{23}^2}{T_C (C_2 \Psi_{23} \frac{8\varphi}{C_2}) (\varphi - 2\Psi_{23})}$$
(15)

Полученных оценок коэффициентов достаточно, чтобы выразить искомое оптимальное управление U_3 , которое из условия минимума правой части уравнения Беллмана имеет вид

$$U_3 = a \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_3} - \frac{C_2 (1 - X_4)}{T_C T_K} \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_6} - \frac{(1 - X_4)}{T_K} \frac{\partial \varepsilon}{\partial X_4}$$
(16)

Очевидно, что управление U_3 есть степенной полином второго порядка, содержащий множество членов. Целесообразно упростить полученное решение, представив его в квазилинейной форме следующего вида:

$$U_3 = (A_0 + A_1 X_3 + A_2 X_6 + A_3 X_4) (1 - X_4)$$
(17)

Как показывают расчеты, полученный закон управления конструкторским звено имеет четкий физический смысл, а именно при $A_0 < 0$; $A_1 > 0$; $A_2 < 0$; $A_3 < 0$ можно убедиться, что, во-первых, средства в конструкторские разработки можно вкладывать лишь после накопления в банке существенной прибыли, а это возможно, если:

$$X_3 > -\frac{A_0}{A_1}$$

Поэтому, вначале работы предприятия нужно все ресурсы вложить в производство и сбыт существующей техники. По преодолении указанного порога, можно приступать к проектированию новой авиационной техники.

Во-вторых, передаточные числа A_2 и A_3 отрицательны. Это означает, что чем ниже качество X_4 и спрос X_6 на существующую продукцию, тем большую долю дохода U_3 нужно вложить в ОКР. С ростом X_6 и X_4 эта доля будет постепенно падать.

В-третьих, общий сомножитель $(1-X_4)$ также указывает на увеличение средств для проведения ОКР, если спрос X_6 на производимую продукцию невелик или постепенно падает.

Таким образом, найденное управление U_3 является кусочно-постоянным, а конструкторское звено работает в течение всего периода T_0 функционирования системы, а в промежуток наиболее благоприятного времени положительной рентабельности работы предприятия, если эта рентабельность переменная (см. рис.5)

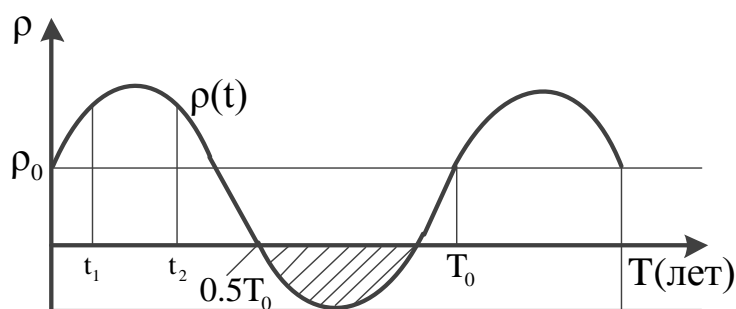


Рис. 5. Время $[t_1, t_2]$ наиболее активной работы конструкторского звена при переменной рентабельности предприятия

В четвертой главе проводится экспериментальное исследование многозвенной системы управления предприятия с помощью моделирования на ЭВМ в среде Matlab. Было рассмотрено несколько случаев.

Вначале моделировалась система с одним производственным звеном и конструкторским звеном, имеющим два отдела, и решалась задача распределения средств между ними, отводимых конструкторские разработки. Полученные результаты моделирования и оценки эффективности производства в виде критерия (5) соответствовали трем возможным случаям распределения средств, как показано на рис.6:

- 1-ый случай: все средства вначале отдаются первому отделу, а потом - второму;
- 2-ой случай: все средства вначале отдаются второму отделу, а потом - первому;
- 3-ий случай: эти средства одновременно распределяются между отделами в определенном отношении δ , и они работают одновременно.

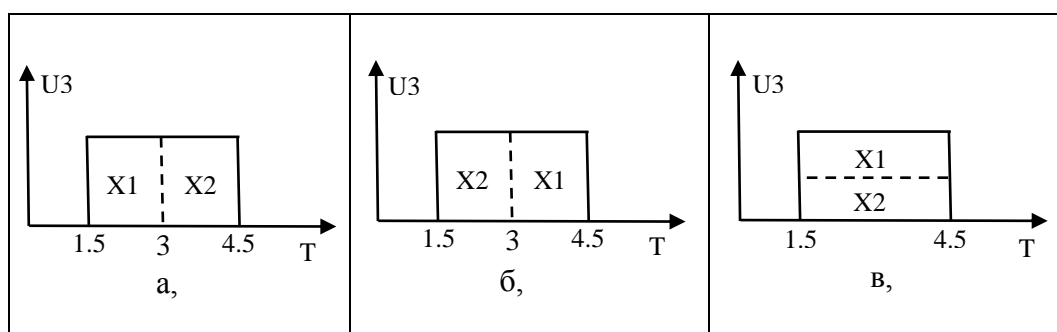


Рис.6. Варианты распределения средств между двумя конструкторскими звеньями

При условии, что суммы всех средств, отводимых в каждом варианте на конструкторские работы одинаковы, в результате моделирования оказалось:

1. Лучшим вариантом является решение отдать вначале все средства отделу, у которого отношение $\frac{\Delta K_i}{T_i}$ максимально, то есть максимальна скорость повышения качества, что сразу повышает спрос на выпускаемую продукцию;
2. Разница в трех случаях порядка использования распределения средств незначительна;

3. Полученные в результате моделирования оптимальные значения доли δ_1 и δ_2 средств хорошо согласуются с выдвинутой гипотезой, согласно

$$\delta_i = \frac{\frac{\Delta K_i}{T_i}}{\sum_{i=1}^m \frac{\Delta K_i}{T_i}}$$

которой эти доли линейно зависят от ожидаемой скорости $\frac{\Delta K_i}{T_i}$ повышения качества вновь создаваемой продукции в каждом конструкторском отделе.

Далее рассматривалась система с одним производственным и одним конструкторским звеном, состоящим из нескольких отделов, и решалась более общая задача распределения средств между этими звеньями. Оказалось, что лучшей также является линейная модель, которая с учетом влияния качества продукции на спрос позволила получить формулу для управления качеством продукции в следующем виде.

$$U_3 = (M_1 - M_2 C_2) \sum_{i=1}^m \frac{\Delta K_i}{T_i} \quad (18)$$

Эту формулу можно объяснить так. Чем выше скорость C_2 спроса при повышении качества продукции, тем меньше необходимо средств на конструкторские работы (то-есть тем меньше U_3).

В конкретном случае моделирования работы предприятия с одним производственным и двумя отделами конструкторского звена оказалось, что $M_0=0.015$; $M_1=0.01$ при $C_1=0.1$; $C_2=0.45$, а оптимальное значение U_3 зависит от показателей конструкторских работ по формуле

$$U_3 = 0.01(a+b) \quad (19)$$

В завершение при обобщении предложенного подхода на многозвенную систему рассматривались:

1. Работает одно производственное звено №2, постепенно переходящее на

выпуск новой продукции, спроектированной одним конструкторским звеном;

2. Работают два производственного звена, из которых только одно звено использует конструкторские разработки и конкуренции между ними нет;

3. Оба производственных звена используют эти разработки, но по разному - сначала перестраивается одно звено, а затем через некоторое время - второе звено, когда темп продаж новой продукции в первом звене начинает превышать темп продаж старой продукции во втором звене из за разницы в спросе.

При использовании конструкторского звена экспериментально подобранный вариант оптимального управления U_2 производственным звеном имеет другой вид, как показано на рис. 7

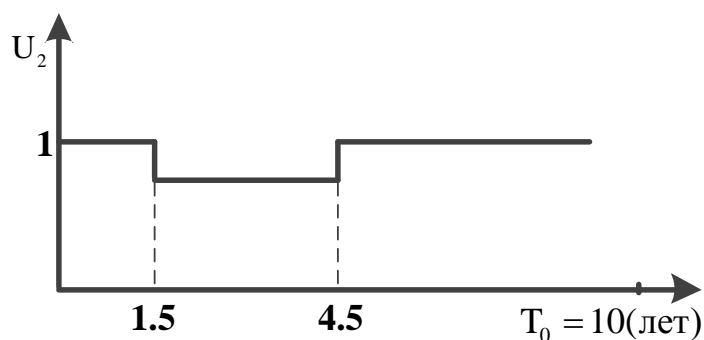


Рис. 7. Сигнал управления одним производственным звеном при участии одного конструкторского звена

Модель изменения качества продукция в конструкторском звене учитывает суммарное улучшение качества ΔK , близкое к единице, а общее время проведения конструкторских разработок $t_2 - t_1$ составляет 3 года. Модель спроса имеет следующие показатели - коэффициент постоянного спроса $C_1=0.05$, коэффициент зависимости спроса от скорости улучшения качества $C_2=0.45$.

В процессе моделирования получились следующие результаты. Оказалось, что эффективность работы предприятия по мере увеличения номера варианта растет.

Показатели действий двух производственных звеньев и одного конструкторского звена в условиях конкуренции представлены на рис. 8

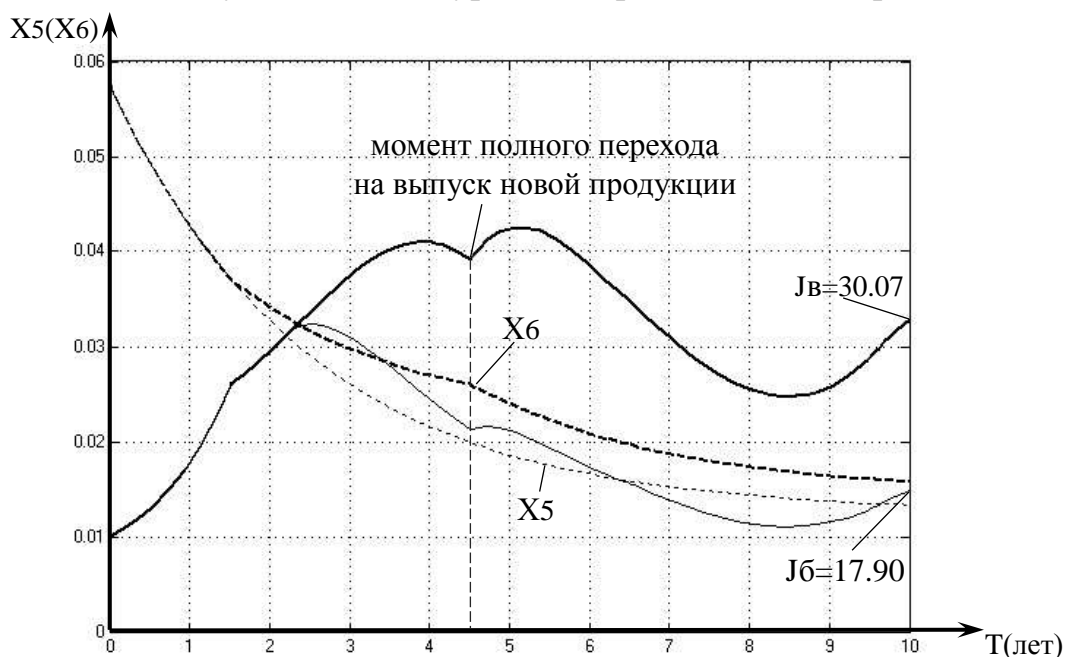


Рис. 8. Показатели эффективности двух производственных звеньев, использующих конструкторские разработки

(X_6 - спрос двух производственных звеньев при выпуске новой продукции,
 X_5 - спрос производственного звена при выпуске старой продукции)

Максимальная эффективность достигается в случае, когда работают два производственных звена, при этом первое звено сразу использует новые разработки, постепенно внедряя в производство новые отдельные компоненты, а второе звено ждет, когда спрос на новую продукцию и темп её продаж в первом звене станет выше, чем темп продаж своей старой продукции. После этого второе звено выпускает ту же продукцию, что первое. Оказалось, что эффективность возрастает на 100% ($J_B = 30,07$; $J_6 = 17,9$). При этом второе звено начинает выпускать новую продукцию не сразу, а через 5 лет, когда спрос старой продукции уже неизбежно падает, а спрос на новую продукции растет.

Таким образом, осуществляя постепенное повышение качества продукции, удастся обеспечить неизменный растущий спрос, а значит неизменный растущий темп продаж этой продукции, что гарантирует устойчивое сохранение производства, в том числе кризисных ситуациях.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы

1. Предложена многомерная динамическая модель конструкторского звена предприятия, учитывающая при экспоненциальном повышении качества продукции мультипликативное влияние доли средств, отводимых на конструкторские разработки новой авиационной техники.

2. Сформулирована новая постановка и решена задача совместного управления производственным и конструкторским звеном и показано, что управление конструкторским звеном в квазилинейной форме зависит от текущей прибыли и снижается при повышенном спросе на новую продукцию.

3. Предложена нелинейная свертка технических показателей качества авиационной техники в виде суммы линейной и мультипликативной форм, что позволяет получить сбалансированную оценку эффективности предприятия. С помощью этой оценки доказано, что распределение средств между отделами конструкторского звена пропорционально ожидаемой скорости повышения качества в каждом из них.

4. Показано, что максимальная эффективность достигается, когда два производственных звена предприятия работают в условиях конкуренции, при этом новая продукция выпускается одним звеном, а второе звено ждет, пока темп продаж новой продукции начинает превышать темп продаж старой из-за разницы в спросе. При этом обеспечивается выигрыш в 1.5 - 2 раза.

5. Полученные результаты использованы при проведении учебного процесса на кафедре 301 МАИ по дисциплине «Современные методы теории управления» в рамках магистерской подготовки по направлению «Управление и информационные технологии в технических системах», что подтверждается актом о внедрении.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных перечнем ВАК:

1. Лебедев Г. Н., Аунг Мьё Тху, Дао Нгок Тхай «Оценка условий устойчивого сохранения эффективности промышленного производства авиационной техники в кризисных ситуациях за счет совершенствования технологии её изготовления». М., Изд. «Вестник», 2012, стр. 13-19.
2. Лебедев Г. Н., Дао Нгок Тхай «Задача оптимального управления производством в кризисных ситуациях с учетом совершенствования создаваемой новой авиационной техники». М., «Труды МАИ», 2013, №63, 9 с.
3. Лебедев Г. Н., Дао Нгок Тхай, Михайлин Д. А. «синтез оптимального управления конструкторским звеном предприятия при создании новой авиационной техники в кризисных ситуациях». М., «Авиакосмическое приборостроение», 2013, №10, стр. 22-30.
4. Лебедев Г. Н., Дао Нгок Тхай «Результаты моделирования многозвенной системы управления конструкторским звеном и производством авиационной техники в условиях конкуренции». М., «Труды МАИ», (в печати)

В других изданиях:

1. Дао Нгок Тхай «постановка задачи оптимального управления производством в кризисных ситуациях с учетом совершенствования создаваемой новой авиационной техники» // XXI Международного научно-технического семинара «Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации» 18-24 сентября, 2012 г.. Алушта. Сборник тезисов докладов, С. 8.
2. Дао Нгок Тхай «Задача оптимального управления конструкторским звеном предприятия при создании новой авиационной техники в кризисных ситуациях» // XXII Международного научно-технического семинара «Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации» 18-24 сентября, 2013 г.. Алушта. Сборник тезисов докладов, С. 13.