

УДК 332.142.6

Динамические сбалансированные модели механизма управления поставками с учетом инвестиций в снижение затрат

Д. Н. Веревкин, Д. Ю. Иванов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С. П. Королева, Россия, 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Аннотация

В статье предлагается взаимосвязанная совокупность управленческих методов и моделей механизмов управления в системе поставок в крупном промышленном комплексе. Разработано динамическое уравнение для определения величины прибыли для каждого поставщика в каждый момент времени. Сформировано динамическое уравнение изменения материального потока по выпуску комплектующих и определено аналитическое уравнение функции затрат по использованию материалов, оборудования и трудовых ресурсов в каждый момент времени производственного процесса. Получена цифровая компьютерная модель механизма выбора объемов комплектующих каждым поставщиком, решение которой позволило определить траектории изменения величины прибыли в каждый момент времени. Показано, что траектории дохода, затрат, прибыли изменяются адекватно в соответствии с производственной ситуацией. Определены условия эффективности и сбалансированности вложения инвестиций в производственную систему поставок.

Ключевые слова: компьютерная имитационная модель; динамическая модель; инвестиции в систему поставок; траектории изменения потоков; функция затрат; объем выпуска; сбалансированность потоков.

Получение: 24 сентября 2024 г. / Исправление: 24 октября 2024 г. /

Принятие: 23 ноября 2024 г. / Публикация онлайн: 28 января 2025 г.

Математические статистические и инструментальные методы экономики (научная статья)

© Коллектив авторов, 2024

© Самарский университет, 2024 (составление, дизайн, макет)

Ⓐ Ⓒ Ⓓ Контент публикуется на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Образец для цитирования:

Веревкин Д. Н., Иванов Д. Ю. Динамические сбалансированные модели механизма управления поставками с учетом инвестиций в снижение затрат // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*, 2024. Т. 15, № 4. С. 22–35. doi: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2024-15-4-22-35>.

Сведения об авторах:

Денис Николаевич Веревкин  <http://orcid.org/0009-0006-0293-4036>

аспирант кафедры менеджмента и организации производства; e-mail: ptc-samara@yandex.ru

Дмитрий Юрьевич Иванов  <http://orcid.org/0000-0003-0619-9340>

доктор экономических наук, профессор; заведующий кафедрой менеджмента и организации производства, директор института экономики и управления; e-mail: ivanov.dyu@ssau.ru

Введение

Эффективное управление поставками существенно влияет на результаты деятельности каждого предприятия и особенно таких крупных предприятий АО «АвтоВАЗ».

Для более эффективного производства промышленному комплексу необходимо совершенствовать механизм управления поставками, одним из способов которого является снижение стоимости поставщиками своей продукции.

Целью системы организации и управления поставками состоит в том, чтобы в процессе производства продукции на основе имитационных моделей, промышленный комплекс получал необходимые по количеству сырье, материалы, комплектующие в нужное время в нужном месте необходимого качества по выгодной цене от надежных поставщиков, отвечающих по своим обязательствам.

Модель функционирования каждого поставщика комплектующих заказчику зависит от производственно-технологических параметров.

Каждый из параметров характеризует уровень потенциальных возможностей и может быть использован в качестве управляющих параметров в задачах сбалансированного взаимодействия между поставщиками комплектующих и сборочным производством.

Все эти параметры участвуют в формировании модели ограничений и изменение которых приводит к изменению объемов выпуска, как товарной продукции, так и комплектующих.

В связи с этим задача сборочного производства по осуществлению сбалансированного взаимодействия состоит в том чтобы одновременно с определением плана объема выпуска комплектующих выбрать такие значения управляющих параметров, изменение которых приводило бы к увеличению уровня сбалансированности в механизме взаимодействия между поставщиком и заказчиком.

Отличительной особенностью представленных аналитических и компьютерных моделей и их реализацией состоит в том, что определяются не только оптимальные объемы комплектующих, но и их динамические характеристики в виде траекторий изменения.

1. Ход исследования

Сформируем цифровую модель выбора объема комплектующих каждым поставщиком в следующем виде [1, 2]

$$\mathfrak{J}_i(y_i(t), t) = p_i y_i(t) - c_i(y_i(t)) \xrightarrow{y_i(t)} \max; \quad (1)$$

$$y_i(t+1) = y_i(t) + \alpha \Delta t_i (x_i(t) - y_i(t)); \quad (2)$$

$$c_i(y_i(t), t) = y_i(t) \left(\sum_j m_{ji} p_{ji}^m + \sum_k r_{ki} p_k^r + \sum_s \tau_{si} p_s^\tau \right) + c_{const}. \quad (3)$$

Здесь $(i = 1..N)$, $(t = 1, 2, 3, \dots)$, $(0 < y_i(t) < Y_i)$, $y_i(0)$;

$\mathfrak{J}_i(y_i(t), t)$ – прибыль, получаемая i -ым поставщиком, в каждый момент времени t ;

Y_i – максимально возможный выпуск i -ым поставщиком; $y_i(t)$ – фактический выпуск комплектующих i -ым поставщиком в момент времени t ;

$c_i(y_i(t))$ – затраты i -го поставщика при выпуске комплектующих в объеме $y_i(t)$ в момент времени t ;

p_i – договорная цена поставки за единицу i -го комплектующего i -ым поставщиком;

α_i – параметр i -го поставщика, характеризующий переходный процесс производства комплектующих i -ым поставщиком;

Δt_{ii} – выбранная дискрета времени динамического процесса;

x_i – плановый объем выпуска комплектующих i -ым поставщиком.

$y_i(0)$ – начальное условие для дифференциального уравнения.

λ_i – применяемость комплектующего i -го вида в конечном изделии;

m_{ji} – заданная величина затрат j -го вида материала на комплектующее изделие на i -го вида;

p_{ji}^m – цена j -го вида материала, используемого при производстве i -го вида комплектующего изделия;

r_{ki} – заданная величина затрат времени на использование оборудования k -й группы при производстве i -го вида комплектующего изделия;

p_k^r – цена на использование оборудования k -ой группы;

τ_{si} – норматив времени трудовых ресурсов s -го вида, при производстве i -го вида комплектующего изделия;

p_s^τ – стоимость трудозатрат s -го вида;

c_{const} – постоянные затраты у поставщика.

С учетом введенных обозначений сформирована динамическая модель функции затрат при производстве комплектующих изделий поставщиком (3), уравнение (1) для получения прибыли каждым поставщиком, уравнения (2) определения траектории изменения объема выпускаемых комплектующих каждым поставщиком.

В уравнении (3) величина

$$\left(\sum_j m_{ji} p_{ji}^m + \sum_k r_{ki} p_k^r + \sum_s \tau_{si} p_s^\tau \right),$$

– представляет собой суммарные затраты на единицу i -го комплектующего изделия, величина

$$\sum_j m_{ji} p_{ji}^m,$$

– представляет собой затраты на используемые материалы, величина

$$\sum_k r_{ki} p_k^r,$$

– представляет собой затраты на использование различных типов оборудования, величина

$$\sum_s \tau_{si} p_s^\tau,$$

– представляет собой стоимость трудозатрат всех видов при производстве i -го комплектующего изделия.

Произведение объема выпускаемых изделия, на величину суммарных затрат расходуемых на единицу i -го комплектующего изделия

$$y_i(t) \left(\sum_j m_{ji} p_{ji}^m + \sum_k r_{ki} p_k^r + \sum_s \tau_{si} p_s^\tau \right)$$

– характеризует величину переменных затрат в каждый момент времени в процессе производства комплектующих изделий.

Их сумма с постоянными затратами c_{const} представляет величину общих затрат в производственной системе.

При известных значениях параметров

$$m_{ji}p_{ji}^m, \quad j \in J,$$

$$r_{ki}, p_k^r, \quad k \in K,$$

$$\tau_{si}, p_s^\tau, \quad s \in S.$$

функция затрат представляет собой траекторию их изменения.

Для исследования влияния изменения параметров функции затрат рассмотрим пример i -го комплектующего изделия при производстве которого используются один вид материалов, оборудования и трудовых ресурсов. Цифровая модель формирования затрат представлена на рис. 1.

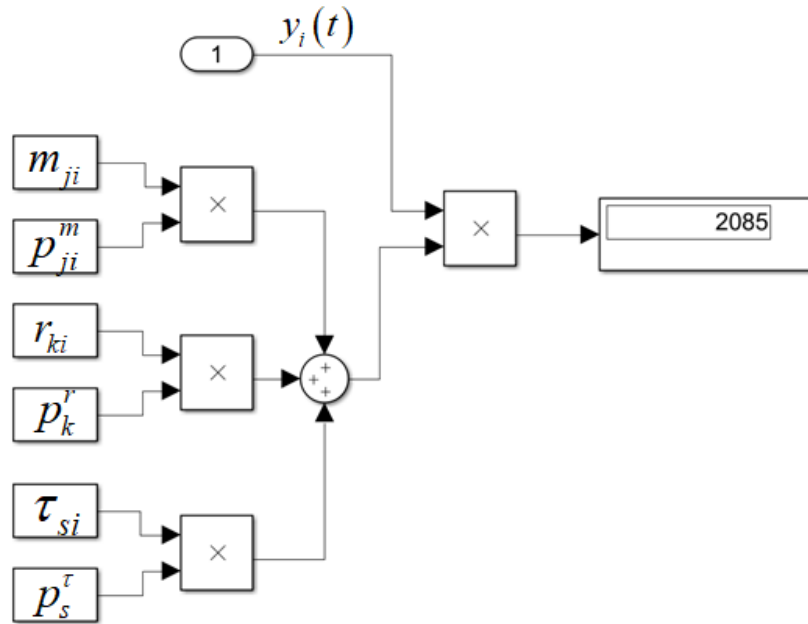


Рис. 1: Цифровая модель формирования затрат.

Fig. 1: Digital cost formation model.

Сформированная аналитическая цифровая модель механизма выбора объемов комплектующих каждым поставщиком (1)–(3) описывает траектории объемов выпуска комплектующих изделий $y_i(t)$ и траектории изменения величины прибыли $\mathfrak{J}_i(y_i(t), t)$ в каждый момент времени.

Для реализации сформированной аналитической цифровой модели механизма выбора оптимальных объемов комплектующих каждым поставщиком предложен цифровой алгоритм решения модели (1)–(3) представленный на рис. 2.

В алгоритме использованы следующие исходные данные:

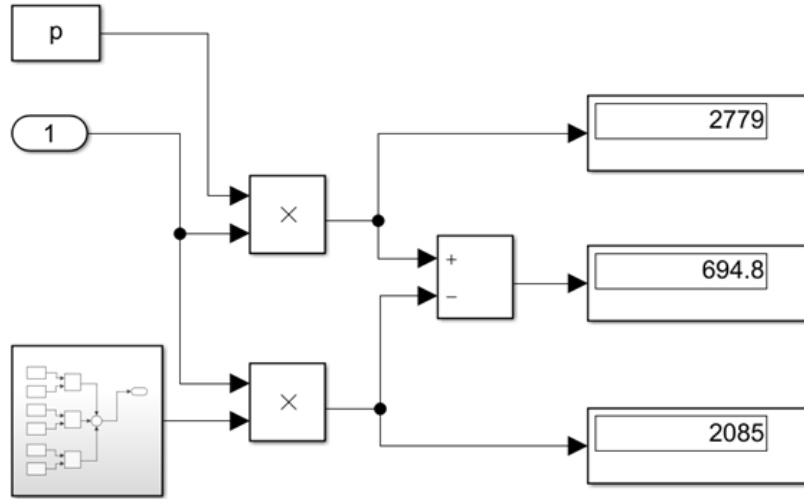


Рис. 2: Цифровой алгоритм решения аналитической цифровой модели механизма выбора объемов комплектующих каждым поставщиком.

Fig. 2: Digital algorithm for solving the analytical digital model of the mechanism for selecting the volumes of components by each supplier.

- начальное условие интегрирования $y_i(0) = 0$;
- заданный объем поставок комплектующих изделий $y_i^0(t) = 700$ шт.;
- параметр, характеризующий переходный процесс производства комплектующих i -ым поставщиком $\alpha_i = 0.2$;
- величина дискретности времени динамического процесса $\Delta t_i = 1$;
- заданная величина затрат j -го вида материала на комплектующее изделие на i -го вида $m_{ji} = 1$;
- цена j -го вида материала, используемого при производстве i -го вида комплектующего изделия $p_{ji}^m = 1$;
- заданная величина затрат времени на использование оборудования k -й группы при производстве i -го вида комплектующего изделия $r_{ki} = 1$;
- цена на использование оборудования k -ой группы $p_k^r = 1$; норматив времени трудовых ресурсов s -го вида, при производстве i -го вида комплектующего изделия $\tau_{si} = 1$;
- стоимость трудозатрат s -го вида $p_s^r = 1$; цена комплектующего изделия $p_i = 4$.

На рис. 3 представлены траектории изменения выходных параметров цифровой имитационной модели:

- $p_i y_i(t)$ – доход от реализации комплектующих изделий;
- $c_i(y_i(t))$ – затраты поставщика при выпуске комплектующих в объеме $y_i(t)$;
- $\mathfrak{I}_i(y_i(t), t)$ – прибыль при выпуске комплектующих в объеме $y_i(t)$.

Представленные расчеты рис. 3 показали, что траектории и дохода, затрат и прибыли монотонно увеличиваются и приближаются к установившемуся значению.

Это объясняется тем, что траектория изменения прибыли увеличивается и достигает установившегося значения при равенстве фактического объема выпуска комплектующих изделия $y_i(t)$ плановому значению x_i , задаваемого заказчиком.

Отличительной особенностью представленных аналитических задач и цифровых алгоритмов их реализации заключаются в том, что определяются оптимальные траектории

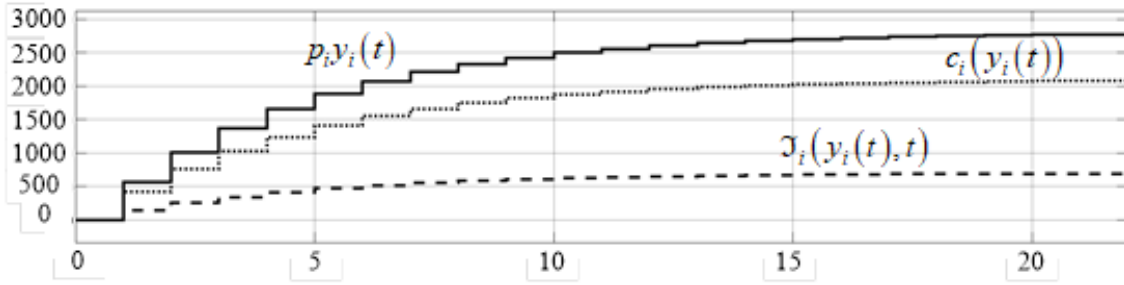


Рис. 3: Траектории изменения выходных параметров цифровой имитационной модели.

Fig. 3: Trajectories of change in output parameters of a digital simulation model.

объемов комплектующих, затрат, прибыли а не отдельные оптимальные точки на этих траекториях, как это осуществляется при использовании статических моделей и механизмах [3–9], статических производственных функциях.

Поскольку функция затрат представляет линейную модель, то цифровая модель выбора объема комплектующих каждым поставщиком (2) является линейной моделью.

Если плановое задание со стороны заказчика x_i больше максимально возможного выпуска комплектующих изделий поставщиком x_i , ($x_i > Y_i$), то поставщик выбирает в качестве оптимального объема выпуска продукции граничное значению допустимой области ($y_i^0 = Y_i$). Если же $x_i \leq Y_i$, то $y_i^0 = x_i$.

Таким образом, алгоритм выбора оптимальных объемов выпуска комплектующих при линейной цифровой модели (2) имеет вид

$$y_i^0 = \begin{cases} Y_i, & x_i > Y_i, \\ x_i, & x_i \leq Y_i, \end{cases} \quad (4)$$

Из полученного уравнения (4) следует, что плановое задание заказчика по выпуску комплектующих изделий x_i не выполняется, если оно больше максимально возможного выпуска изделий поставщиком x_i . В этой связи возникает проблема вложения инвестиций в повышение объема выпуска комплектующих поставщиком.

2. Модель механизма управления поставками с учетом инвестиций в снижение затрат

Для исследования влияния инвестиций на параметры цифровой модели объема выпуска комплектующих изделий поставщиком введем следующие обозначения [9–11]

ψ_i – инвестиции в повышение объема выпуска комплектующих изделий поставщиком;

$\psi_j, j \in J$ – инвестиции в снижение затрат на материалы j -го вида на выпуск комплектующего изделия i -го вида;

$\psi_k, k \in K$ – инвестиции в снижение затрат времени на использование оборудования k -й группы при производстве i -го вида комплектующего изделия;

$\psi_s, s \in S$ – инвестиции в снижение норматива времени трудовых ресурсов s -го вида, при производстве i -го вида комплектующего изделия.

Математическая модель влияния инвестиций на параметры цифровой модели объема

выпуска комплектующих изделий поставщиком, запишется в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathfrak{J}_i(y_i(t), t) = p_i y_i(\psi_i, t) - c_i(y_i(t), t) \longrightarrow \max, \\ c_i(y_i(t), t) = y_i(\psi_i, t) \left(\sum_j m_{ji}(\psi_j) p_{ji}^m + \sum_k r_{ki}(\psi_k) p_k^r + \sum_s \tau_{si}(\psi_s) p_s^\tau \right) + \psi_i + \\ + \sum_j \psi_j + \sum_k \psi_k + \sum_s \psi_s, \\ y_i(t+1) = y_i(t) + \alpha \Delta t_i (x_i(t) - y_i(t)). \end{array} \right. \quad (5)$$

Здесь

$$m_{ji}(\psi_j) = m_{ji} - \Delta m_{ji}(\psi_j);$$

$$r_{ki}(\psi_k) = r_{ki} - \Delta r_{ki}(\psi_k);$$

$\tau_{si}(\psi_s) = \tau_{si} - \Delta \tau_{si}(\psi_s)$; – нормативы расхода на материалы, использованное оборудование и трудовые ресурсы в зависимости от вложенных в них инвестиций.

Сформируем разность между величиной прибыли получаемой от вложения инвестиционных средств в объемы выпуска $\Delta y_i(\psi_i, t)$, нормативы затрат материальных ресурсов $\Delta m_{ji}(\psi_j)$, нормативы затрат на использование оборудования $\Delta r_{ki}(\psi_k)$ и затрат на трудовые ресурсы $\Delta \tau_{si}(\psi_s)$ и прибылью, получаемую поставщиком до вложения инвестиций $\mathfrak{J}_i(y_i^0, m_{ji}, r_{ki}, \tau_{si}, t)$.

Сформируем уравнение для определения получаемого эффекта от вложенных инвестиций в производственную систему

$$\begin{aligned} & \Delta \mathfrak{J}_i(\Delta y_i(\psi_i, t), \Delta m_{ji}(\psi_j), \Delta r_{ki}(\psi_k), \Delta \tau_{si}(\psi_s)) = \\ & = \mathfrak{J}_i(x_i, m_{ji}(\psi_j), r_{ki}(\psi_k), \tau_{si}(\psi_s), t) - \mathfrak{J}_i(y_i^0, m_{ji}(\psi_j), r_{ki}(\psi_k), \tau_{si}(\psi_s), t) \end{aligned} \quad (6)$$

Определим условие эффективности вложения инвестиций в производственную систему поставщика, как дисконтированный суммарный поток эффекта должен быть больше суммарных инвестиций [12]

$$\Psi \leq \sum_T \frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1 + \alpha)^T}. \quad (7)$$

Здесь $\Psi = \psi_i + \sum_j \psi_j + \sum_k \psi_k + \sum_s \psi_s$ – суммарные инвестиции в производственную систему по выпуску комплектующих; $\sum_T \frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1 + \alpha)^T}$ – дисконтированный суммарный поток эффекта $\Delta \mathfrak{J}_i$ от вложенных инвестиций; α – процентная ставка дисконтирования денежного потока; T – период времени дисконтирования денежного потока эффекта $\Delta \mathfrak{J}_i$.

Рассмотрим числовой пример при следующих исходных данных. Пусть поставщик выпускает одно комплектующие изделие i -го вида при производственном ограничении $Y_i = 700$ шт/сут., плановое задание со стороны заказчика $x_i = 1050$ шт/сут., параметр, характеризующий переходный процесс производства комплектующих i -ым поставщиком $\alpha_i = 0.2$; величина дискретности времени динамического процесса $\Delta t_i = 1$; заданная величина затрат j -го вида материала на комплектующее изделие на i -го вида $m_{ji} = 1$; цена j -го вида материала, используемого при производстве i -го вида комплектующего изделия

$p_{ji}^m = 1$; заданная величина затрат времени на использование оборудования k -й группы при производстве i -го вида комплектующего изделия $r_{ki} = 1$; цена на использование оборудования k -ой группы $p_k^r = 1$; норматив времени трудовых ресурсов s -го вида, при производстве i -го вида комплектующего изделия $\tau_{si} = 1$; стоимость трудозатрат s -го вида $p_s^r = 1$; цена комплектующего изделия $p_i = 4$.

В данной производственной ситуации возникает дефицит выпуска комплектующих изделий в количестве 350 штук в сутки. Для устранения дефицита требуются инвестиции $\psi_i = 6000$ д.ед.

На рис. 4 представлены траектории изменения объемов выпуска комплектующих изделий поставщиком до и после вложений инвестиций в производственную систему y_i^0 , построенные с помощью исходных данных, цифровых компьютерные моделей (1)–(3) и цифровых алгоритмов (4), (5).

Эти траектории показывают, что если плановое задание больше максимально возможного, поставщик в соответствии с алгоритмом (4) выбирает максимально возможный объем выпуска. При этом необходимо использовать инвестиционные вложения в производственную систему в сумме $\psi_i = 6000$ д.ед.

Вложенные инвестиции позволили увеличить объем выпуска продукции до заданного заказчиком величины равной 1050 шт. сутки.

На рис. 4 приведена траектория с учетом вложенных инвестиций увеличение объемов выпуска комплектующих изделий поставщиком.

Разность между траекториями объемов выпуска до вложения и с учетом вложенных инвестиций обеспечивает повышение эффективности производственной системы $\Delta\mathfrak{J}_i$.

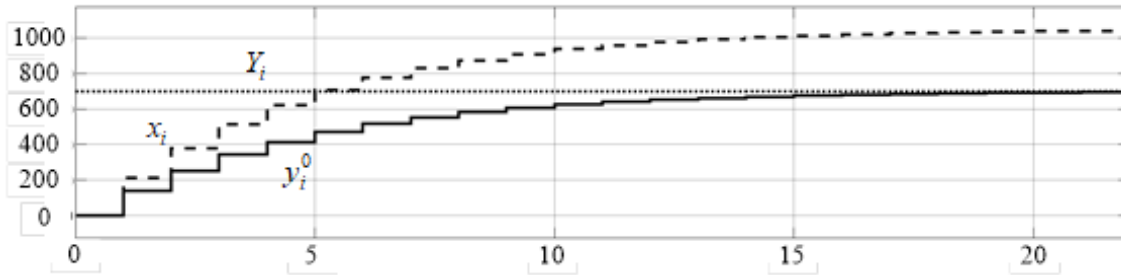


Рис. 4: Траектории изменения объемов выпуска комплектующих изделия до вложения инвестиций в производственную систему y_i^0 и с учетом вложенных инвестиций x_i .

Fig. 4: Trajectories of changes in the volumes of production of components of the product before investing in the production system y_i^0 and taking into account the invested investments x_i .

На рис. 5 представлен цифровой алгоритм реализации дисконтирования потока эффекта $\Delta\mathfrak{J}_i$ от вложенных инвестиций.

В результате дисконтирования потока эффекта $\Delta\mathfrak{J}_i$ от вложенных инвестиций в соответствии с моделью (6), (7) на рис. 6 получена траектория потока эффекта $\Delta\mathfrak{J}_i$ и дисконтированная его величина $\frac{\Delta\mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$, которая увеличивается до установившегося значения равного 347,4 д.ед.

На рис. 7. Получена траектория суммарного дисконтированного потока эффекта полученного от вложения инвестиций в производственную систему поставщика $\sum_T \frac{\Delta\mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$.

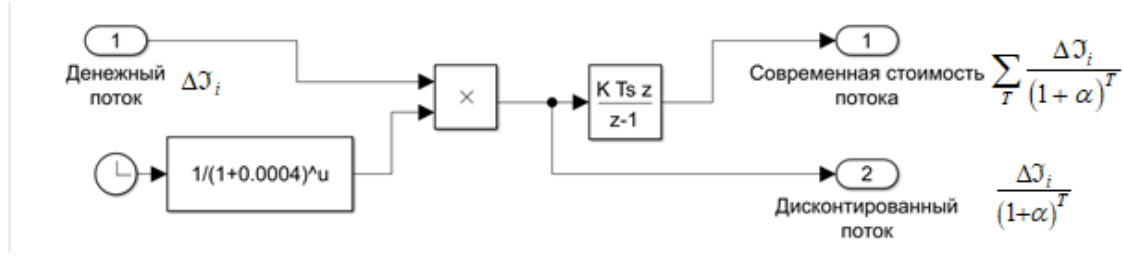


Рис. 5: Цифровой алгоритм реализации дисконтирования потока эффекта $\Delta \mathfrak{J}_i$ от вложенных инвестиций.

Fig. 5: Digital algorithm for implementing discounting of the flow of effect $\Delta \mathfrak{J}_i$ from invested investments.

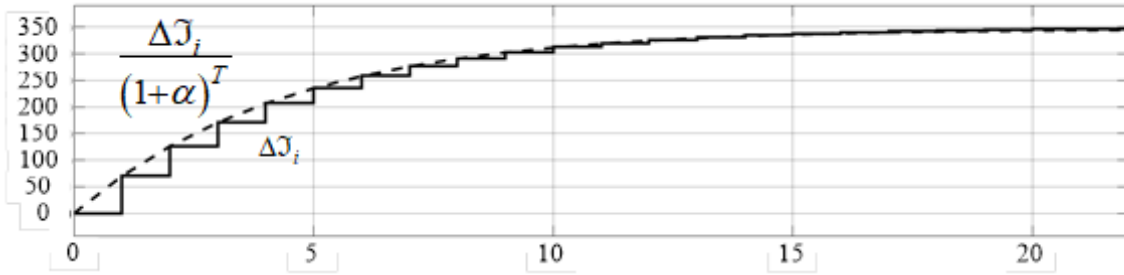


Рис. 6: Траектории потока эффекта $\Delta \mathfrak{J}_i$ и дисконтированная его величина $\frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$.

Fig. 6: Trajectories of the flow of the effect $\Delta \mathfrak{J}_i$ and its discounted value $\frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$.

Из полученного условия эффективности вложения инвестиций в производственную систему поставщика (7), дисконтированный суммарный поток эффекта больше величины инвестиций в производственную систему поставщика $\Psi = 6000 \leq \sum_T \frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T} = 6278$.

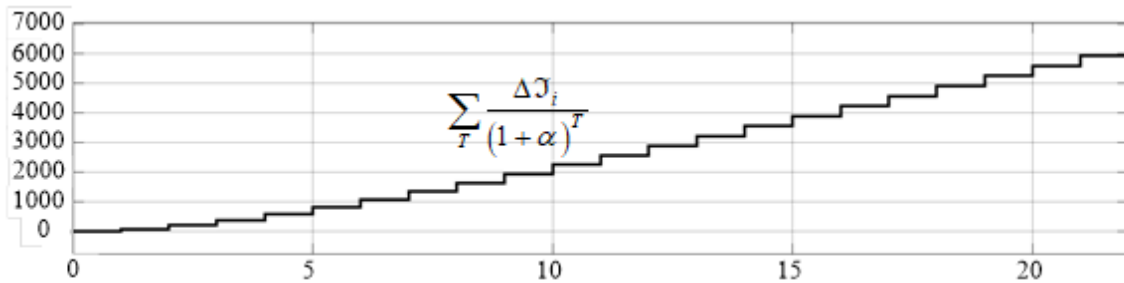


Рис. 7: Траектория суммарного дисконтированного потока эффекта полученного от

вложения инвестиций в производственную систему поставщика $\sum_T \frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$.

Fig. 7: The trajectory of the total discounted flow of the effect obtained from investing in the supplier's production system $\sum_T \frac{\Delta \mathfrak{J}_i}{(1+\alpha)^T}$.

Это означает, что вложенные инвестиции за период времени $T = 22$ дисконтирования денежного потока эффекта $\Delta \mathfrak{J}_i$ окупаются с одной стороны, а с другой стороны, постав-

щик настроен на реализацию планового задания со стороны заказчика и получает при этом дополнительный эффект.

3. Условия сбалансированности потоков между заказчиком и поставщиком

Как было отмечено выше, при реализации оптимального объема выпуска продукции сравнение значения целевой функции поставщика с реализацией планового задания заказчика помогает выявить отсутствие сбалансированности их стратегий.

В такой ситуации возникает необходимость выбора функции стимулирования поставщика, что бы обеспечить сбалансированность стратегии при реализации планового задания, установленного заказчиком.

Для сбалансированности стратегий между заказчиком и поставщиком необходимо определить величину разности между целевой функцией заказчика при реализации оптимального плана и плана заданного заказчиком.

Уравнение для определения величины разности имеет вид

$$\Delta f_i(x_i, y_i^0, t) = \mathfrak{J}_i^0(y_i^0, t) - \mathfrak{J}_i(x_i, t). \quad (8)$$

Полученная величина разности $\Delta f_i(x_i, y_i^0, t)$ для сбалансированности стратегий между поставщиком и заказчиком должна быть величиной неположительной.

Для решения проблемы сбалансированности стратегий между поставщиком и заказчиком введем в рассмотрение целевую функцию для поставщика

$$\mathfrak{J}_i(x_i, y_i^0, t, \varphi_i) = \mathfrak{J}_i(y_i, t) + \varphi_i(x_i, y_i^0, t). \quad (9)$$

Здесь $\varphi_i(x_i, y_i^0, t)$ – величина стимулирования i -го поставщика заказчиком.

Алгоритм формирования компенсации величины прибыли $\varphi_i(x_i, y_i^0, t)$ представим в следующем виде

$$\varphi_i(x_i, y_i^0, t) = \begin{cases} \varphi_i(x_i), & y_i(t) = x_i(t), \\ 0, & y_i(t) \neq x_i(t). \end{cases} \quad (10)$$

Из уравнения (7) следует, что величина компенсации прибыли получаемой i -м поставщиком осуществляется в каждый момент времени t траектории изменения объема выпуска изделий $y_i(t)$ и траектории прибыли $\mathfrak{J}_i(y_i, t)$.

Таким образом, для сбалансированности стратегий между поставщиком и заказчиком реализации планового задания заказчика целевая функция каждого поставщика удовлетворяет следующему неравенству

$$\mathfrak{J}_i(x_i, t, \varphi_i) \geq \max_{y_i(t)} \mathfrak{J}_i(x_i, y_i, t). \quad (11)$$

Здесь $\mathfrak{J}_i(x_i, t, \varphi_i)$ – значение целевой функции i -го поставщика при реализации им планового задания со стороны заказчика x_i .

Условием сбалансированности траекторий выпуска изделий и прибыли выполняется, если для определения функции компенсации величины прибыли у поставщика в соответствии с алгоритмом (7) является выполнение следующего неравенства

$$\varphi(x_i) \geq \Delta f_i(x_i, y_i^0, t). \quad (12)$$

Условием сбалансированности планового задания со стороны заказчика при их реали-

зации поставщиком является выполнение следующего неравенства

$$\frac{\partial \varphi(x_i, t)}{\partial x_i} \geq -\frac{\partial \mathfrak{J}_i(y_i, t)}{\partial y_i}. \quad (13)$$

Полученное неравенство (13) должны выполняться при $y_i = x_i$.

Выполнение неравенства (13) означает, что прирост величины компенсации прибыли поставщика $\varphi(x_i, t)$ должен быть не меньше величины уменьшения прибыли у поставщика для каждого момента времени и каждого реализуемого планового задания заказчика.

На рис. 8 представлена схема организации сбалансированной компенсации величины прибыли при реализации плановых заданий со стороны заказчика.

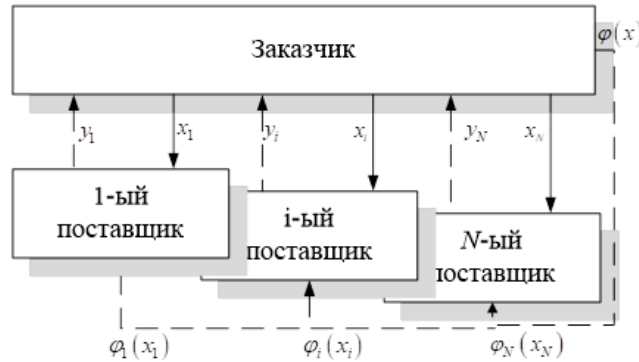


Рис. 8: Компенсации величины прибыли при реализации плановых заданий со стороны заказчика.

Fig. 8: Compensation for the amount of profit when implementing planned tasks on the part of the customer.

Из схемы следует, что каждый поставщик получает компенсацию при реализации планового задания заказчика, что позволяет обеспечить им максимальную величину прибыли.

Следует отметить, что компенсация величины прибыли у каждого поставщика при реализации планового задания со стороны заказчика возможна, если она осуществляется из величины общего эффекта получаемого заказчиком при сбалансированности плановых заданий между поставщиком и заказчиком.

Заключение

1. Предложена взаимосвязанная совокупность управленческих методов и моделей механизмов управления в системе поставок в крупном промышленном комплексе.
2. Разработано динамическое уравнение для определения величины прибыли для каждого поставщика в каждый момент времени.
3. Сформировано динамическое уравнение изменения материального потока по выпуску комплектующих и определено аналитическое уравнение функции затрат по использованию материалов, оборудования и трудовых ресурсов в каждый момент времени производственного процесса.
4. Получена цифровая компьютерная модель механизма выбора объемов комплектующих каждым поставщиком, решение которой позволило определить траектории изменения величины прибыли в каждый момент времени.
5. Определены условия эффективности вложения инвестиций в производственную систему поставок, что позволило увеличить объем выпуска продукции поставщиком до заданной заказчиком величины.

6. Определено условие сбалансированности в виде неравенства, выполнение которого означает, что прирост величины компенсации прибыли поставщика, должен быть не меньше величины уменьшения прибыли у поставщика для каждого момента времени и каждого реализуемого планового задания заказчиком.

Конкурирующие интересы: Конкурирующих интересов нет.

Библиографический список

1. Форрестер Дж. Мировая динамика: Пер. с англ./Под ред. Д.М. Гвишиани, Н.Н. Моисеева. – М.: Наука, 1978. – 168 с.
2. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика): Пер. с англ./Под ред. Д.М. Гвишиани. – М.: Прогресс, 1971. – 340 с.
3. Александровский Н.М., Егоров С.В., Кузин Р.Е. Адаптивные системы управления сложными технологическими процессами. – М.: НРЕ, 1973.
4. Ануфриев И.К., Бурков В.Н., Вилкова Н.И., Рапацкая С.Т. Модели и механизмы внутрифирменного управления. М.: ИПУ РАН, 1994. – 72 с.
5. Богатырев В.Д. Модели и механизмы согласованного взаимодействия в задачах антикризисного управления: монография. – Самара: СНЦ РАН, 2004. – 284 с. ISBN: 5-93424-135-4. EDN: YAWJDN.
6. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 3. – С. 3–26.
7. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Кулик О.С., Новиков Д.А. Механизмы страхования в социально-экономических системах. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 109 с. EDN: PFGVOD.
8. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Леонтьев С.В., Новиков Д.А., Чернышев Р.А. Механизмы финансирования программ регионального развития. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 52 с.
9. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. М.: МЛСИ, 2005. – 584 с.
10. Щелоков Д.А., Гришанов Д.Г., Гришанов Г.М., Кирилина С.А. Внутрифирменные механизмы бюджетного управления крупным промышленным комплексом по производству ресурсоемких изделий. – Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2009.
11. Щелоков Д.А., Альтерготт В.В., Белова Д.Г., Гришанов Д.Г. Модели формирования механизмов стимулирования и бюджетирования деятельности предприятий. – Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2009.
12. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник для вузов. – М.: Логос, 2001. – 356 с. ISBN: 5-94010-043-0.

Formation of dynamic balanced models of the supply management mechanism, taking into account investments in cost reduction

D. N. Verevkin, D. Yu. Ivanov

Samara National Research University, 34,
Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russia.

Abstract

The article proposes an interconnected set of management methods and models of management mechanisms in the supply system of a large industrial complex. A dynamic equation has been developed to determine the amount of profit for each supplier at each point in time. A dynamic equation for changing the material flow for the release of components has been formed and an analytical equation for the cost function for the use of materials, equipment and labor resources at each point in time of the production process has been determined. A digital computer model of the mechanism for selecting the volumes of components by each supplier has been obtained, the solution of which made it possible to determine the trajectories of change in the amount of profit at each point in time. It has been shown that the trajectories of income, costs and profit change adequately in accordance with the production situation. The conditions for the efficiency and balance of investment in the production supply system have been determined.

Keywords: computer simulation model; dynamic model; investments in the supply chain; flow trajectories; cost function; output volume; flow balance.

Received: Tuesday 24th September, 2024 / Revised: Thursday 24th October, 2024 /
Accepted: Saturday 23rd November, 2024 / First online: Tuesday 28th January, 2025

Competing interests: No competing interests.

Mathematical Statistical and Instrumental Methods of Economics (Research Article)

© Authors, 2024

© Samara University, 2024 (Compilation, Design, and Layout)

⌚ © ⓘ The content is published under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Please cite this article in press as:

Verevkin D. N., Ivanov D. Yu. Formation of dynamic balanced models of the supply management mechanism, taking into account investments in cost reduction, *Vestnik Samarskogo Universiteta. Ekonomika i Upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2024, vol. 15, no. 4, pp. 22–35. doi:<http://doi.org/10.18287/2542-0461-2024-15-4-22-35> (In Russian).

Authors' Details:

Denis N. Verevkin  <http://orcid.org/0009-0006-0293-4036>

Postgraduate Student of the Department of Management and Production Organization;
e-mail: ptc-samara@yandex.ru

Dmitry Yu. Ivanov  <http://orcid.org/0000-0003-0619-9340>

Doctor of Economics, Professor; Head of the Department of Management and Production Organization, Director of the Institute of Economics and Management; e-mail: ivanov.dyu@ssau.ru

References

1. Forrester J. World Dynamics: Trans. from English/Ed. by D.M. Gvishiani, N.N. Moiseev. – Moscow: Nauka, 1978. – 168 p. (In Russ.)
2. Forrester J. Fundamentals of enterprise cybernetics (Industrial dynamics): Trans. from English/Ed. by D.M. Gvishiani. – Moscow: Progress, 1971. – 340 p. (In Russ.)
3. Aleksandrovsky N.M., Egorov S.V., Kuzin R.E. Adaptive control systems for complex technological processes. – Moscow: NRE, 1973. (In Russ.)
4. Anufriev I.K., Burkov V.N., Vilkova N.I., Rapatskaya S.T. Models and mechanisms of intra-firm management. – Moscow: IPU RAS, 1994. – 72 p. (In Russ.)
5. Bogatyrev V.D. Models and mechanisms of coordinated interaction in anti-crisis management problems: monograph. – Samara: SNC RAS, 2004. – 284 p. ISBN: 5-93424-135-4. EDN: YAWJDN. (In Russ.)
6. Burkov V.N., Enaleev A.K., Novikov D.A. Mechanisms of functioning of socio-economic systems with information communication // Automation and Telemechanics. – 1996. – No. 3. – pp. 3–26. (In Russ.)
7. Burkov V.N., Zalozhnev A.Yu., Kulik O.S., Novikov D.A. Insurance mechanisms in socio-economic systems. – Moscow: IPU RAS, 2001. – 109 p. EDN: PFGVOD. (In Russ.)
8. Burkov V.N., Zalozhnev A.Yu., Leontiev S.V., Novikov D.A., Chernyshev R.A. Mechanisms for financing regional development programs. – Moscow: IPU RAS, 2002. – 52 p. (In Russ.)
9. Novikov D. A. Theory of management of organizational systems. – Moscow: MLSI, 2005. – 584 p. (In Russ.)
10. Shchelokov D.A., Grishanov D.G., Grishanov G.M., Kirilina S.A. Intra-firm mechanisms of budget management of a large industrial complex for the production of resource-intensive products. – Samara: Publishing House of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2009. (In Russ.)
11. Shchelokov D.A., Altergot V.V., Belova D.G., Grishanov D.G. Models of formation of mechanisms of stimulation and budgeting of activity of enterprises. – Samara: Publishing house of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2009. (In Russ.)
12. Munipov V.M., Zinchenko V.P. Ergonomics: human-oriented design of equipment, software and environment: textbook for universities. – Moscow: Logos, 2001. – 356 p. ISBN: 5-94010-043-0. (In Russ.)