

### ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ С ОТСТАЮЩЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ПЕРВОЙ ФАЗЫ В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Разработаны математические модели взаимодействия различных фаз машиностроительного производства в детерминированной и стохастической постановках, позволяющие выявить и количественно оценить набор факторов, влияющих на согласованность работы оборудования, определить размеры текущего (межфазного) производственного запаса, выделяя различные его составляющие (страховой запас, запас на опережение одной фазы производства для обеспечения непрерывного запуска других фаз производства), а также оценить и минимизировать впоследствии размеры незавершенного производства. Разработанная модель описывает взаимодействие двухфазного производства и является базовой для описания более сложных структур взаимодействий большого числа фаз производства.

**Ключевые слова:** модель, страховой запас, материальный поток, сборочное производство.

*Ю.В. Бородач*

### ДЕТЕРМІНОВАНА МОДЕЛЬ З ВІДСТАЮЧОЮ ПРОДУКТИВНІСТТЮ ПЕРШОЇ ФАЗИ В СКЛАДАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Розроблено математичні моделі взаємодії різних фаз машинобудівного виробництва в детермінованій і стохастичній постановках, що дозволяють виявити і кількісно оцінити набір чинників, що впливають на узгодженість роботи устаткування, визначити розміри поточного (міжфазного) виробничого запасу, виділяючи різні його складові (страховий запас, запас на випередження однієї фази виробництва для забезпечення безперервного запуску інших фаз виробництва), а також оцінити і мінімізувати згодом розміри незавершеного виробництва. Розроблена модель описує взаємодію двофазного виробництва і є базовою для опису складніших структур взаємодій великого числа фаз виробництва.

**Ключові слова:** модель, страховий запас, матеріальний потік, складальне виробництво.

*Y.V. Borodach*

### THE DETERMINED MODEL WITH FIRST PHASE LAGGING PRODUCTIVITY IN ASSEMBLY PLANT

The mathematical models of interaction between different phases in machine-building in determined and stochastic options are proposed. Such models allow identifying and quantitatively evaluating the set of factors that influence on the consistency of equipment operation, identify the current productive supply with its different elements (reserve stock, stock for advance of one production phase to provide the continuous launch for other production phases) and to evaluate and minimize the work in progress. The developed model describes the interaction in two-phase production, and such model is the base one to describe the more complicated structure of interaction between more phases if production.

**Keywords:** model, reserve stock, material flow, assembly plant.

**Постановка проблемы.** Формирование страхового запаса производственных ресурсов, в отличие от традиционного подхода к управлению запасами, характеризуется, как минимум, двумя особенностями. Во-первых, традиционно размер страхового запаса определяется на определенный период времени. В течение данного периода поступление предметов труда (или сборочных единиц) из источника необходимых ресурсов прекращается полностью. К сожалению, на практике (например, в сборочном производстве) чаще возникают ситуации, в которых производительность одного из участков (цехов) предприятия, являющегося

---

\* Бородач Ю.В. — асистент кафедри технології та організації машинобудівельного виробництва Донбаського державного технічного університету, м. Алчевськ, Луганська обл., Україна.

Borodach Y.V. — assistant, Department of Technology and organization of engineering production, Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine.

источником предметов труда (сборочных единиц) для второго структурного подразделения, не сокращается до нуля, а лишь резко снижается относительно первоначального уровня. Такое, например, возможно, если в первом из двух смежных цехов либо участков (в первой фазе) установлено несколько единиц оборудования, одна из которых находится на ремонте, не согласованном с ремонтами оборудования второго из смежных цехов (участков). Во-вторых, обычно при определении размера страхового запаса фигурирует (в связи с первым замечанием) лишь одна единица измерения запаса - единица измерения потребности в ресурсах. В случае же формирования производственных запасов необходимо дополнительно учитывать расходный коэффициент продукции первого из смежных цехов на продукцию второго.

Для выявления организационных резервов повышения эффективности использования оборудования в процессе сборочного производства разработаем математические модели взаимодействия различных фаз машиностроительного производства в детерминированной и стохастической постановках (рис. 1, 2). Эти модели позволят выявить и количественно оценить набор факторов, влияющих на согласованность работы оборудования, определить размеры текущего (межфазного) производственного запаса, выделяя различные его составляющие (страховой запас, запас на опережение одной фазы производства для обеспечения непрерывного запуска других фаз производства), а также оценить и минимизировать впоследствии размеры незавершенного производства.

**Целью статьи** является представление модели, описывающей в детерминированной постановке производство с отстающей производительностью первой фазы по отношению ко второй с использованием [1-6].

**Изложение основного материала.** Разработанная модель описывает взаимодействие двухфазного производства и является базовой для описания более сложных структур взаимодействий большого числа фаз производства. Модель ДМ2 – детерминированная модель с отстающей производительностью первой фазы. В ней введены обозначения:

$n_1$  – объем производства продукции первой фазы, произведенной с начала производства до текущего момента времени  $t$ ;

$n_2$  – объем потребностей производства в продукции первой фазы на второй фазе с начала производства до текущего момента времени  $t$ ;

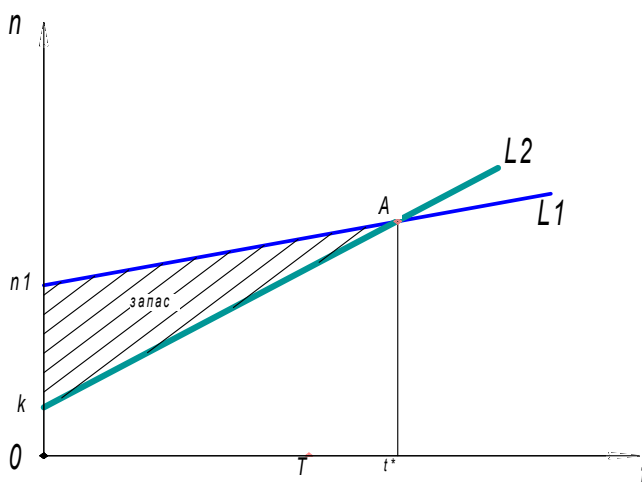


Рис. 1. Детерминированная модель с отстающей производительностью первой фазы

$\mu$  – средняя производительность I фазы производства;  
 $\eta$  – средняя производительность II фазы производства  
 $n_3$  – средний размер выпуска I фазы для задела работы второй фазы;  
 $k$  – нормативный коэффициент расхода продукции I фазы на ед. продукции II фазы.

При отстающей производительности первой фазы имеет место соотношение параметров:

$$k\eta > \mu. \quad (1)$$

Представим рассматриваемые процессы графически в виде соответствующих прямых (рис. 1):

прямая производства продукции первой фазы:

$$L_1: n_1 = \mu t + n_3; \quad (2)$$

прямая потребностей продукции первой фазы на второй фазе производства:

$$L_2: n_2 = k(\eta t + 1). \quad (3)$$

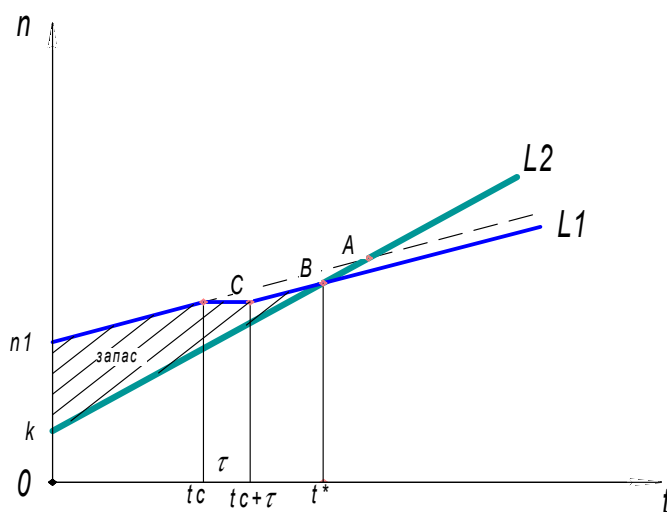


Рис. 2. Сбой в детерминированной модели с отстающей производительностью первой фазы

Примем, что производственные процессы рассматриваемых фаз характеризуются равномерной скоростью по времени  $t$ , а начальной точкой отчета является момент включения в процесс второй фазы. Тогда математическая модель взаимодействия двух фаз будет описываться линейной системой двух уравнений:

$$\begin{cases} n_1 = \mu t + n_3 \\ n_2 = k(\eta t + 1) \end{cases}. \quad (4)$$

Графически (рис.1) прямые  $L_1$  и  $L_2$  пересекаются. В процессе взаимодействия двух фаз наступает такой момент  $t^*$ , с которого начинается недостаток продукции I фазы для производства продукции II фазы. Объемы незавершенного производства (заштрихованная область на рис. 1) с увеличением времени  $t$  сужаются до точки А. Решив систему (2), получим критическую точку:

$$t^* = \frac{n_3 - k}{k\eta - \mu} . \quad (5)$$

Для непрерывности производства II фазы должно выполняться условие  $t^* \geq T$ , в результате чего находим ограничение на  $n_3$ :

$$n_3 \geq (k\eta - \mu) \cdot T + k . \quad (6)$$

Далее произведем расчет страхового запаса  $Z_{стр}$ . Графически ситуация представлена на рис. 2. В этом случае момент  $t^*$  наступает раньше. В таком случае, начиная с момента  $t_c + \tau$ , задача моделируется другой системой, в которой первое уравнение является уравнением прямой, проходящей через точку  $C(t_c + \tau, \mu t_c + n_3)$  параллельно прямой  $L_1$ :

$$\begin{cases} n_1 = \mu(t - \tau) + n_3 \\ n_2 = k(\eta t + 1) \end{cases} . \quad (7)$$

Решая эту систему, получим скорректированную точку:

$$t^* = \frac{n_3 - k - \mu\tau}{k\eta - \mu} . \quad (8)$$

Тогда условие непрерывности производства II фазы даст следующее оптимальное значение начального задела производства первой фазы:

$$n_3 = (k\eta - \mu) \cdot T + k + \mu\tau \quad (9)$$

и оптимальный страховой запас этой продукции

$$Z_{стр} = n_3 - k = (k\eta - \mu) \cdot T + \mu\tau . \quad (10)$$

**Выводы.** Создана и проанализирована модель, описывающая в детерминированной постановке производство с отстающей производительностью первой фазы по отношению ко второй. Недостатком этой модели является ее детерминированность, поскольку реальные производственные процессы машиностроительных предприятий не вписываются в точные математические схемы, имеют дискретный и случайный (в определенных диапазонах) характер. Ее достоинством является простота аналитического представления, возможность оценки минимального задела продукции производства первой фазы для оптимального фу-

нкционирования рассматриваемой системы взаимодействий двух фаз с учетом возможных технологических сбоев. Рассмотренную модель можно применять последовательным образом для производства с большим числом фаз.

### Литература

1. Экономика и управление в машиностроении : учеб. пособие для студ. проф. учеб. заведений / Зубкова А. Г., Кожевников Н. Н., Ладыгина А. К. и др.; под. ред. Н. Н. Кожевникова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 208 с.
2. Королев Д. Эффективное управление проектами / Д. Королев. — М.: ОЛМА-ПРЕСС Инвест, 2003. — 211 с.
3. Логистика : [учебник] / [под ред. Б. А. Аникина]. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 368 с. — (Серия «Высшее образование»)
4. Альбеков А. У. Коммерческая логистика / А. У. Альбеков, О. А. Митько. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. — 416 с. — (Серия «Учебники, учебные пособия»).
5. Бородач Ю. В. Методы минимизации резервов страхового запаса в машиностроении с помощью детерминированных моделей / Ю. В. Бородач // Бизнес-Иформ. — 2011. — №4 (397). — С. 91-93.
6. Бородач Ю. В. Методы минимизации резервов страхового запаса в машиностроении с помощью стохастических моделей / Ю. В. Бородач // Бизнес-Иформ. — 2011. — № 6 (400). — С. 88-91.

### References

1. Zubkova A.G., Kozhevnikov N.N., Ladygina A.K. *Ekonomika v mashinostroyenii* [Economics and Management in Machine Building]. Moscow: Publishing center "Akademiya", 2004. 208 p.
2. Korolev D. *Effektivnoye upravleniye proyektami* [Effective Project Management]. Moscow: OLMA-PRESS Invest, 2003. 211 p.
3. *Logistika* [Logistics]. Ed. By B. A. Anikina. Moscow: INFRA-M, 2002. 368 p.
4. Albekov A.W., Mitko O.A. *Kommercheskaya logistika* [Business Logistics]. Rostov-on-Don: Feniks, 2002. 416 p.
5. Borodach Yu.V. *Biznes-Inform*, 2011, No. 4(397), pp. 91-93.
6. Borodach Yu.V. *Biznes-Inform*, 2011, No. 6(400), pp. 88-91.

© Ю. В. Бородач, 2012

Рецензент

д.е.н., проф. А. Е. Воронкова

Reviewer

A. E. Voronkova  
Doctor of Economic Sciences, Professor  
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Luhansk, Ukraine