

**СРАВНЕНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИСУТСТВИИ ТРЕНДА**

В эксперименте по выбору способа производства некоторых изделий партию промежуточного продукта поделили на 6 равных порций, которые были затем обработаны двумя способами  $P_1$  и  $P_2$ . Результаты приведены в таблице:

День	1	2	3	4	5	6
Способ производства	$P_1$	$P_2$	$P_2$	$P_1$	$P_1$	$P_2$
Выход	5,84	5,73	7,30	10,46	9,71	5,91

Предварительный анализ результатов показал наличие параболического тренда. Это означает, что если  $Y_t$  представляет выход в момент  $t$  ( $t = 1, \dots, 6$ ), то приходим к модели:  $M(Y_t) = \text{среднее} + \text{воздействие способа обработки} + \text{квадратичный тренд}$ . Итак, модель имеет следующую форму:

$$M(Y_t) = \begin{cases} \mu + \tau + \beta_1 \varphi_{1t} + \beta_2 \varphi_{2t}, & \text{для способа } P_1 \\ \mu - \tau + \beta_1 \varphi_{1t} + \beta_2 \varphi_{2t}, & \text{для способа } P_2 \end{cases} \quad (1)$$

В качестве линейных и квадратичных ортогональных полиномов выберем  $\varphi_{1t} = 2t - 7$  и  $\varphi_{2t} = \frac{1}{2}(28 - 21t + 3t^2)$  для которых значения в точках  $t = 1, \dots, 6$  равны  $-5, -3, -1, 1, 3, 5$  и  $-1, -4, -4, -1, 5$ . После решения полученной модели (1) методом наименьших квадратов получим, следующие статистики:

$\hat{\mu} = 7,4917$ ,  $\hat{\beta}_2 = -0,331$  и  $\begin{pmatrix} \hat{\tau} \\ \hat{\beta}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,2639 \\ 0,2568 \end{pmatrix}$ . При этом дисперсии подогнанных параметров:  $D(\hat{\mu}) = \sigma^2/6$ ,  $D(\hat{\tau}) = 70\sigma^2/416$ ,  $D(\hat{\beta}_1) = 6\sigma^2/416$ ,  $D(\hat{\beta}_2) = \sigma^2/84$ . Итак, подогнанная модель имеет следующий вид:  $\hat{Y}_t = \hat{\mu} + \hat{\tau} + \hat{\beta}_1(2t - 7) + \hat{\beta}_2 \frac{1}{2}(28 - 21t + 3t^2)$ . Оценка времени задержки  $\hat{\tau}$  соответствует максимуму выхода и получается из уравнения  $\partial \hat{Y}_t / \partial t = 0$ , т.е.  $\hat{\tau} = 3,5 - (2\hat{\beta}_1)/(3\hat{\beta}_2) = 4,02$  дней. Доверительные границы для  $\hat{\tau}$  вычисляются из теоремы Филлера:  $D(\hat{\tau}) = \frac{4}{9} D\left(\frac{\hat{\beta}_1}{\hat{\beta}_2}\right) \cong \frac{4}{9} [\beta_2^2 D(\hat{\beta}_1) + \beta_1^2 D(\hat{\beta}_2)] / \beta_2^4$  (2). Из равенства (2) получаем приближенную стандартную ошибку для  $\hat{\tau}$ , равную 0,030. 95%-ный доверительный интервал для истинного времени задержки (3,99; 4,05).

УДК 658.512

Асс. Беляков Н.В.,  
ст. преп. Климентьев А.Л.,  
асп. Фирсов А.С.

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПО «ИНТЕРМЕШ»  
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ УО «ВГТУ»**

Кафедре «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ» НПП «ИНТЕРМЕШ» (г. Минск) предоставлен комплекс программного обеспечения (ПО) для сквозного автоматизированного конструкторско-технологического проектирования с целью использования в учебном процессе.

Связующим звеном комплекса является ПО *Search* — система управления данными об изделиях на протяжении всего жизненного цикла, предназначенная для создания и ведения архива технической документации предприятия и управления его документооборотом. Кроме того, в комплекс входит ПО: *IMProject* — модуль управления проектами, обеспечивающий решение задач календарного планирования, координации и контроля работ по проекту с представлением сетевого плана-графика работ в виде диаграммы Ганта; *Cadmech* для

*Inventor* — системы 3-х мерного параметрического моделирования деталей и сборок, существенно расширяющие функциональные возможности *Inventor* и обеспечивающие полное оформление по ЕСКД чертежей, выполненных на основе 3-х мерных моделей; *AVS* — система, предназначенная для разработки в автоматическом и диалоговом режимах комплекта текстовой конструкторской документации, спецификаций и различных ведомостей; *Techcard* — комплекс средств автоматизации проектирования технологических процессов; *Show* — система, выполняющая функции просмотра графической информации в форматах DWG, DXF, SLD, SLB, PLT, BMP и т. д. вне среды графического редактора, а также функции вывода графической информации на плоттер и принтер; *LCAD* — программный комплекс для автоматизации разработки технологических планировок производственных цехов и участков.

Пользователями программных продуктов НПП «Интермех» являются более 1700 промышленных предприятий, как в СНГ, так и за его пределами. Использование представленных программных продуктов в учебном процессе существенно повысит качество образования студентов и, как следствие, конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

УДК 621.7

Студ. Соколова Л.Н.,  
проф. Махаринский Е.И.

### КРИТЕРИИ И МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ЛЕЗВИЙНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

На основе анализа критериев и целевых функций предлагается в качестве критерия для оптимизации режимов предварительной обработки принять сочетание двух: 1) приведенные затраты на операцию и 2) энергоемкость процесса резания.

Аналитически была получена следующая математическая модель для определения оптимальной скорости резания  $v_{opt}$  с учетом затрат электроэнергии

$$v_{opt} = \frac{B}{\left[ (\mu - 1) \cdot \left( t_{cut} + \frac{3v}{E} \right) \right]^m} \cdot \left[ 1 + \frac{n_1 \cdot B_1 \cdot E_1}{E} \cdot v_{opt}^{1-n_1} \right]^m;$$

Она отличается от традиционной сомножителем в квадратных скобках. Здесь

$$B_1 = \frac{C_p \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1}}{6120}; E_1 - \text{стоимость киловаттчаса электроэнергии}; a - \text{глубина резания};$$

$s$  — подача;  $n_1, x_1, y_1, C_p$  — параметры модели для вычисления мощности резания.

Значение оптимальной скорости резания согласно предлагаемой модели легко определяется методом итерации. Расчеты показали, что в зависимости от отношения удельных затрат на электроэнергию и эксплуатацию рабочего места ( $E_1 / E$ ) скорость резания, рассчитанная по этой модели получается на 7 ... 15 % больше, чем скорость резания, рассчитанная без учета затрат на электроэнергию. То есть оптимизация скорости резания по новому не только обеспечивает некоторую экономию энергоресурсов, но и обеспечивает, пусть небольшое, повышение производительности.

Литература

1. Махаринский Е. И. Основы технологии машиностроения: учебник / Е. И. Махаринский, В. А. Горохов, — Минск: Высшая школа, 1997.