

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ИЗДЕЛИЙ СТАНКООБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

¹Максимов Д.А., ¹Халиков М.А., ²Цуглевич В.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,
e-mail: maksimovdenis@mail.ru;

²ООО «КОМПАНИЯ ИКО», Москва

Для оценки конкурентоспособности сложной машино-технической продукции (группы товаров, максимально точно определяющих научно-технический потенциал отрасли, уровень промышленного развития и производства) предлагается использовать интегральный показатель, учитывающий базовые характеристики исследуемой группы продукции и мультипликаторы, отличающие оцениваемые изделия от базовых. Этот подход продемонстрирован на продукции станкообразования, а именно, на наиболее конкурентной продукции столичного станкообразовательного объединения открытое акционерное общество «Красный пролетарий». Полученная оценка технико-экономического уровня токарных станков с вертикальной станиной, как показано в работе, вполне коррелируется с соответствующими оценками открытого акционерного общества «внешнее объединение «Станкоимпорт» и при этом не сложны в реализации, что подчеркивает преимущество предлагаемого подхода.

Ключевые слова: продукция станкообразования, оценка конкурентоспособности, интегральная свертка показателей, метод получения весовых коэффициентов в интегральной свертке

ESTIMATION OF THE TECHNO-ECONOMIC LEVEL OF MACHINE-TOOL GOODS WITH THE USE OF INTEGRAL INDEX

¹Maximov D.A., ¹Khalikov M.A., ²Tsuglevich V.N.

¹Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: maksimovdenis@mail.ru;

²JSC IKO COMPANY, Moscow

For the estimation of the competitiveness of complicated machine-tool production (a group of goods, which describe a scientific and technical potential of the economic sector and a level of the industrial development and production extremely accurately) it is offered to use an integral index, which takes account of basic characteristics of the observable group of products and multipliers, which distinguish estimable goods from the basic ones. This method is demonstrated in the machine-tool production and exactly in the most competitive production of the capital machine-tool integration JSC «Krasnyi proletariy». The derived estimations of the techno-economic level of turning lathes with the pillar, as it is shown in the article, is corresponding quite well with the appropriate estimations of JSC «Stankoimport». At the same time these estimations are not difficult in realization, which only emphasizes an advantage of the proposed method.

Keywords: machine-tool production, estimation of the competitiveness level, integral index convolution, method of receipt of the weight coefficient in the integral convolution

Станкообразование нацелено на обеспечение других отраслей машиностроительного комплекса средствами производства, различными по технологическому назначению, классу точности, уровню механизации и автоматизации. Для успешной деятельности предприятий станкообразования в условиях рыночной экономики им необходимо собирать, анализировать и строить прогноз потребности предприятий машиностроения в станках различных типоразмеров, пополнять портфель новых конструкций выпускаемого оборудования и разрабатывать ресурсосберегающие технологии их производства. Только в этом случае может быть достигнута цель обеспечения производства конкурентоспособной продукции, обеспечивающей удовлетворение потребности рынка и необходимого уровня рентабельности производства.

Отечественной отрасли в целом и каждому заводу в отдельности в ближайшие

годы предстоит работать в условиях рынка, отличающегося от рынка развитых стран многими качественными показателями. Во-первых, это рынок насыщенный. Временно наукоемкую дорогостоящую продукцию это рынок не может широко потреблять. Во-вторых, без создания совместных предприятий с участием капитала развитых капиталистических стран выход продукции станкообразования на внешний рынок будет ограничен. В-третьих, объем заказов на проведение НИОКР и создание образцов НТП будет длительное время весьма ограниченным, значительные бюджетные ассигнования на НИОКР со стороны государства тоже весьма маловероятны.

В этих условиях даже минимальный объем ассигнований, выделяемых в рамках НИОКР для создания новых моделей станков как отдельными предприятиями, так и государством, должен расходоваться

целенаправленно и только на основе предварительного изучения и прогнозирования рынка, т.е. маркетинга.

Для планирования НИОКР, проведения НТП и создания на их основе новых моделей станков необходимо осуществить научно-технический долгосрочный (5–15 лет) прогноз. Такой прогноз может базироваться на трех методах технико-экономического анализа:

- традиционном методе изучения и прогнозирования рынка сбыта продукции предприятия;
- методе изучения мирового уровня продукции, аналогичной выпускаемой предприятием;
- комплексном методе, включающем предыдущие два.

Все три указанных метода являются дорогостоящими, требуют для реализации квалифицированных, специально подготовленных специалистов. Эти методы описаны в различной научно-технической литературе и не нуждаются в дополнительном изложении.

Ниже нами приводится метод предварительного технико-экономического обоснования освоения нового изделия.

Показатели технического уровня изделий станкостроения

В настоящее время в станкостроении приняты следующие показатели технического уровня (ТУ) изделия:

А. Для металлорежущих станков и станочных модулей.

А. 1. Производительность (потенциальная, цикловая и техническая), в том числе показатели:

- наибольшая частота вращения, об / мин;
- мощность главного привода, кВт;
- скорость быстрых перемещений, м / мин;
- емкость инструментального магазина.

А. 2. Точность, в том числе показатели:

- дискретность, мкм;
- точность позиционирования, мкм;
- точность формы, мкм;
- точность размеров, мкм.

А. 3. Надежность, в том числе показатели: гарантированная непрерывная работа в сутки, ч;

гарантированное суммарное время безотказной работы в год, ч;

средний срок службы до капитального ремонта, год.

А. 4. Удельная материалоемкость и мощность.

Б. Для промышленных роботов (ПР).

Б. 1. Производительность, в том числе показатели:

- число степеней подвижности;

– максимальные скорости по степеням подвижности м /с, град /с.

Б. 2. Точность, в том числе показатели: точность позиционирования, мкм.

Б. 3. Надежность.

Б. 4. Удельная материалоемкость и мощность.

Б. 5. Степень автоматизации.

Для унифицированных узлов.

В. 1. Точность, в том числе показатели:

– дискретность, мкм;

– точность позиционирования, мкм.

В. 2. Надежность.

Г. Для автоматических линий и гибких производительных систем (АЛ и ГПС)

Г. 1. Надежность.

Г. 2. Удельная материалоемкость и мощность.

Г. 3. Степень автоматизации.

Показатели производительности и точности АЛ и ГПС не включаются в перечень, так как задаются на стадии проектирования заказчиком.

Для ГПС существенным оказывается показатель гибкости.

Гибкость ГПС количественно может быть оценена как произведение степени автоматизации на универсальность системы, определяемую числом наименований обрабатываемых деталей.

Показатель степени автоматизации может быть применен также для оценки технического уровня универсальных металлорежущих станков и станочных модулей.

В табл. 1 представлены формулы для расчета значений отдельных показателей ТУ изделий станкостроения.

Для каждого i -го показателя ТУ рассчитывается значение относительного показателя K_i :

$$K_i = \frac{P_i}{P_{oi}}, \quad (1)$$

где P_i – значение i -го показателя оцениваемого изделия; P_{oi} – значение i -го показателя изделия-аналога.

Затем вычисляется комплексный показатель технического уровня оцениваемого изделия:

$$Pt = \sum_{i=1}^I K_i \times \varphi_i, \quad (2)$$

где I – число относительных показателей, выбранных для оценки ТУ; φ_i – численное значение взвешивающей функции i -го показателя $\left(\sum_{i=0}^I = 1 \right)$.

Весовая функция относительных показателей определяется путем экспертных оценок.

Анализ ТУ оцениваемого изделия относительно изделия-аналога производится далее по табл. 2.

Оценку технического уровня изделий необходимо осуществлять при сопоставлении с лучшими зарубежными аналогами.

Причиной того, что перспективными признаются только изделия, значения комплексного показателя технического уровня которых значительно превышают единицу,

объясняется тем, что сравнение отечественного образца ведется, как правило, с уже освоенным и эксплуатируемым несколько лет зарубежным аналогом. Данных о зарубежных образцах, находящихся в стадии разработки и освоения, нет. При определении ТУ изделий путем их сравнения с лучшими зарубежными аналогами рекомендуется количество последних выбирать в соответствии с табл. 3.

Таблица 1

Показатели технического уровня металлорежущих станков и станочных модулей, промышленных роботов, автоматических линий и гибких производственных систем

№ п/п	Изделия станко-строения	Наименование показателя	Определение показателя	Формула для расчета	Условные обозначения
1	2	3	4	5	6
1	Универсальные металлорежущие станки и станочные модули	Производительность потенциальная, цикловая, шт./ч, $P_{п.ц.}$		$\frac{3600 \times n \times W \times D}{3(LW + PVD_n)} \times \left[1 + \frac{T_{п.з.}}{3m(T_1 + T_2)} \right]$	n – частота вращения детали или инструмента, 1/с; W – мощность привода главного движения, кВт; D – диаметр обрабатываемой поверхности или диаметр обрабатывающего инструмента, м; L – суммарная длина чистовых проходов, м; P – сила резания, приходящаяся на единицу площади срезаемой стружки, Н/м; V – объем срезаемой стружки; $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, с; m – число деталей в обрабатываемой партии, шт; T_1, T_2 – время выполнения черновых и чистовых операций соответственно, с; $T_1 = \frac{V_p}{W}, T_2 = \frac{L}{D_n}$
		Производительность техническая, шт/ч, P_{T_i}		$P_m = \frac{60 \times K_{шт.к.}}{T_{шт.k_i}}$	$T_{шт.k_i}$ – среднее штучно-калькуляционное время обработки (такт выпуска) i -й детали представителя, мин; $K_{шт.к.}$ – коэффициент использования по штучно-калькуляционному времени
		Удельная материалоемкость, кг/ч/шт., m_p		$m_p = \frac{M}{P_{T_i}}$	M – масса станка, кг;
		Удельная мощность, кВт×ч/шт., W_p	Отношение мощности привода главного движения к производительности	$W_p = \frac{W}{P_{T_i}}$	W – мощность привода главного движения станка, кВт.

Окончание табл. 1					
1	2	3	4	5	6
2	Промышленные работы (для обслуживания универсальных металлорежущих станков и станочных модулей)	Удельная материалоемкость, кг /кг, m_g	Отношение массы ПР к произведению грузоподъемности на степень автоматизации	$m_g = \frac{M_{np}}{G \times A}$	M_{np} – масса ПР (с учетом массы опорных частей, относящихся к одному станку), кг; G – грузоподъемность, кг; A – степень автоматизации;
		Удельная мощность, кВт / кг, W_g	Отношение суммарной мощности установленных электродвигателей к произведению грузоподъемности на степень автоматизации	$W_g = \frac{W_{np}}{G \times A}$	W_{np} – суммарная мощность, установленная на ПР электродвигателей, кВт.
3	Автоматические линии и гибкие производственные системы	Удельная материалоемкость, кг×ч/шт., m_{pc}	Отношение массы к производительности	$m_{pc} = \frac{M_c}{P_T}$	M_c – масса системы, кг; P_T – техническая производительность, шт./ч
		Удельная мощность, кВт×ч/шт., W_{pc}	Отношение суммарной мощности установленных электродвигателей к производительности	$W_{pc} = \frac{W_c}{P_T}$	W_c – мощность установленных электродвигателей, кВт;
		Степень автоматизации A	Отношение времени работы оборудования в автоматическом режиме к общему времени переналадки на деталь-представитель	$A = \frac{T_{ав}}{T_p + T_n}$	$T_{ав}$ – время работы ГПС в автоматическом режиме в течение смены, ч; T_p – общее время активной работы ГПС, ч; T_n – время переналадки на деталь-представитель, ч

Таблица 2

Оценка технического уровня изделия

Значение комплексного показателя ТУ	Технический уровень изделия
1,6 – выше	Высокий (изделие, не уступающее лучшим аналогам) Весьма высокий (перспективное изделие) Средний (малоперспективное изделие) Низкий (неперспективное изделие)
1,59 – 1,40	
1,39 – 1,20	
1,19 – 1,00	

Таблица 3

Количество изделий-аналогов при определении технического уровня изделий

Количество стран	Количество фирм	Количество аналогов	Оценка уровня сравнения
1	1–2	2–3	Удовлетворительная Хорошая Отличная
2–3	2–4	3–4	
4–5	5 и более	5 и более	

Интегральный показатель технико-экономического уровня изделий

Для изделия A , технический уровень которого оценен как весьма высокий, произво-

дится определение интегрального показателя E технико-экономического уровня. В качестве такого показателя принимается относительная эффективность изделия, определяющаяся как частное от деления абсолютного

эффекта C_A от эксплуатации нового изделия у заказчика на среднюю величину затрат Z_A на его проектирование и производство:

$$A = \frac{C_A}{Z_A}. \quad (3)$$

Для расчета абсолютного эффекта от эксплуатации нового изделия у заказчика используем методику факторно-стоимостного анализа, учитывающую комплексный показатель ТУ оцениваемого изделия:

$$C_A = C_B \times \frac{Pt_A}{Pt_B} \times K_n, \quad (4)$$

где C_B – эффект от эксплуатации изделия-аналога, освоенного в производстве и принятого за базу при расчетах;

Pt_A, Pt_B – комплексные показатели технического уровня изделий;

K_n – коэффициент взаимного перерасчета технического уровня и эффекта.

Затраты на проектирование и производство нового изделия ориентировочно можно определить, сохранив соотношение между ценой и затратами по базовому изделию. В этом случае, однако, может быть искусственно занижен относительный эффект от создания и освоения нового изделия.

Затраты на проектирование нового изделия определяются на предпроекторной стадии и уточняются по завершению проектирования.

Для определения необходимых затрат на изготовление нового изделия нами и предлагается метод, основанный на укрупненном нормировании технологического процесса изготовления деталей и узлов изделия. Затраты на производство нового изделия определяется по формуле:

$$Z_A = Z_{прб} + \Delta C_{mat} + \Delta C_{mp} \quad (5)$$

где $Z_{прб}$ – полные затраты на производство базового изделия;

ΔC_{mat} – изменение стоимости основных материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих в новом изделии по сравнению с базовым;

ΔC_{mp} – изменение производственных затрат в связи с изменением трудоемкости изготовления нового изделия.

Показатель E носит комплексный технико-экономический характер. Изделие, имеющее более высокий интегральный показатель технико-экономического уровня, перспективно не только с технической, но и с экономической точки зрения.

Приведем пример расчета интегрального показателя технико-экономического уровня для сверильно-фрезерно-расчетного станка с числовым программным управлением (ЧПУ) модели ГФ3171.

Для сравнения показателей ТУ станка ГФ3171 с аналогичными показателями лучших зарубежных станков-аналогов нами выбраны две модели станков INCENSHU (Япония) и INTERACT-4-BRIDGEPORT (Великобритания). В этом случае в соответствии с табл. 3 (две модели двух высокоразвитых стран) оценку для сравнения можно отнести к удовлетворительной или даже хорошей, учитывая, что информация о станках-аналогах относится к началу 2000-х годов.

Определяем перечень показателей ТУ, подлежащих сравнению, и для каждого показателя рассчитываем значение относительного показателя. Техническая характеристика сравниваемых станков приведена в табл. 4, показатели технического уровня – в табл. 5.

По формуле (2) с учетом значений весовой функции для каждого относительного показателя вычисляем комплексный показатель ТУ станка ГФ3171:

$$Pt_A = 1,6 \times 0,6 + 1,0 \times 0,2 + 0,7 \times 0,1 + 1,608 \times 0,02 + 0,69 \times 0,08 = 1,605,$$

где 1,6; 1,0; 0,7; 1,608; 0,69 – соответственно показатели производительности ($K_{пр}$), точности (K_p), надежности (K_n), материалоемкости (K_m) и энергоемкости (K_s) (табл. 5); 0,6; 0,2; 0,1; 0,02; 0,08 – значения взвешивающей функции соответствующего показателя, определяемые экспертным путем ($0,6 + 0,2 + 0,1 + 0,02 + 0,08 = 1$).

На основании приведенных расчетов в соответствии с табл. 2 можно сделать вывод, что технический уровень станка модели ГФ3171 является высоким.

Для определения интегрального показателя технико-экономического уровня станка ГФ3171 в качестве изделия-аналога, освоенного в производстве, принимаем станок ГФ213705. Для этого станка аналогичным образом определяем относительные показатели технического уровня и затем вычисляем комплексный показатель ТУ:

$$Pt_B = 1,0 \times 0,6 + 0,8 \times 0,2 + 0,7 \times 0,1 + 0,6 \times 0,02 + 0,5 \times 0,08 = 0,882.$$

Станок ГФ171С5 согласно табл. 2 неперспективный, поэтому намерения завода-изготовителя заменить его на новую модель вполне оправданно.

По формуле (4) определяем абсолютный эффект нового станка:

$$C_A = 74,5 \times \frac{1,605}{0,882} \times 0,86 = 1166 \text{ тыс. руб.}$$

где 745 тыс. руб. – годовой эффект от эксплуатации станка модели ГФ171С5 по данным Нижегородского завода фрезерных станков; 0,86 – коэффициент пересчета для универсальных станков.

Таблица 4

Техническая характеристика станков

Наименование показателя	Ед. измерения	Базовая модель ГФ2171С5	Новая модель ГФ3171	Зарубежные модели	
				TNC ENUS (Япония)	INTERACT-4 (Великобритания)
Год получения информации		2008	2010	2009	2009
Предельные размеры обрабатываемой детали: Высота Длина Ширина	мм	400 950 360	400 950 360	400 800 460	420 710 360
Пределы рабочих подач по осям X,Y,Z	мм/мин	1...6000	1...7000	1...2000	1...5000
Ускоренный ход по осям X,Y,Z	мм/мин	7000	10000	6000	5000
Пределы частот вращения шпинделя	об/мин	50...2500	20...4000	40...2000	40...4000
Мощность привода главного движения	кВт	7,5	11,0	3,7	6,0
Наличие механизма автоматической смены инструмента		Да	Да	Нет	Нет
Класс точности		Н	П	П	П
Масса станка	кг	6500	5600	3600 (без магазина)	3000 (без магазина)
Приведенная сопоставимая масса станка	кг	6500	5600	5000	5000

Таблица 5

Показатели технического уровня

Перечень показателей	Значения показателей				Примечание
	ГФ3171	TNC UNSHU (Япония)	INTERACT-4 (Великобритания)	Принятый для сравнения (средний)	
1	2	3	4	5	6
Показатель производительности, $R_{пр}$	1,744	1,0	1,18	1,09	Повышение производительности определено на основании сравнения времени обработки комплексной детали
Относительный показатель производительности, $K_{пр}$	1,6				
Показатель точности, R_T	1,0	1,0	1,0		Станки относятся к одному классу точности П
Относительный показатель точности, K_T	1,0				
Показатели надежности	1,0				
Установленная безотказная наработка в час, R_n	1000	2000	2000	2000	Показатель определен с учетом усложнения отечественного образца (наличие магазина, автоматизированной смены инструмента и др.)

Окончание табл. 5					
1	2	3	4	5	6
Относительный показатель надежности, K_n	0,7				
Показатель удельной материалоемкости, P_m	2396	3472	4237	3854	Определен с учетом производительности и изменения максимальных размеров обрабатываемых деталей
Относительный показатель материалоемкости, K_m	1,608				
Показатель удельной энергоёмкости, $P_э$	6,3	3,7	5,08	4,39	Определен с учетом производительности
Относительный показатель энергоёмкости, $K_э$	0,69				

Базовая модель ГФ171С5 в сравнении с моделью ГФ3171 имеет большую массу, меньшую стоимость комплектующих, одинаковое количество деталей и более низкую точность.

По данным завода-изготовителя: $Z_{np} = 586$ тыс. руб.; $\Delta C_{mat} = 115$ тыс. руб.; $\Delta C_{тр} = 55$ тыс. руб. Затраты на проектирование станка составили 8 тыс. руб. (в расчете на одно изделие).

По формуле (5) определяем полные затраты на проектирование и производство модели ГФ3171:

$$Z_{np} = 58,6 + 11,5 + 5,5 + 0,8 = 76,4 \text{ тыс. руб.}$$

Интегральный показатель технико-экономического уровня станка модели ГФ3171 равен:

$$E_1 = \frac{116,6}{76,4} = 1,53.$$

Для сравнения показатель E_2 станка ГФ2171С5 равен:

$$E_2 = \frac{74,5}{58,6} = 1,27.$$

Таким образом, можно сделать вывод, что мероприятие по замене выпуска станка модели ГФ2171С5 с показателем технологического уровня 0,882 на выпуск станка

модели ГФ3171 с показателем технического уровня 1,605 эффективно.

Однако данный вывод является сугубо предварительным. Наш метод не дает ответа на вопросы: сколько изделий данного типа требуется рынку (как внутреннему, так и внешнему) и сколько изделий может выпускать предприятие исходя из своих мощностей? На первый вопрос могут ответить маркетинговые исследования, методика проведения которых изложена в специальной литературе, ответ на второй вопрос изложен в другой работе.

Список литературы

1. Бобровников Г.Н., Клебанов А.И. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции. – М.: Издательство стандартов, 1984.
2. Максимов Д.А., Халиков М.А. Методы оценки и стратегии обеспечения экономической безопасности предприятия. – М.: ЗАО «Гриф и К». 2012. – 220 с.
3. Халиков М.А. Моделирование производственной и инвестиционной стратегии машиностроительного предприятия. – М.: Благовест – В., 2003. – 304 с.
4. Халиков М.А., Мальгин Е.Е. Расчет критического объема производства и определение инновационного потенциала фирмы // Экономика и технология. Вып. 8. – М.: Издательство Российской экономической академия, 199. – С. 182–194.
5. Цуглевич В.Н. Проблемы конкурентоспособности объектов отечественного машиностроения и научно-техническая политика правительства // Экономика и технология. Вып. 9. – М.: Издательство Российской экономической академия, 1999. – С. 54–60.