

Т.А.ГОРШКОВА, канд. тех. наук, доц.,

А.В. КОРОТИНА, Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина, Нижний Новгород

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ

T.A. Gorshkova, A.B. Korotina

THE ECONOMIC EFFICIENCY ANALYSIS OF MODERN EQUIPMENT TO BE USED ON FURNITURE PRODUCTION SMALL BUSINESSES

На современном этапе развития технологии производства важным аспектом является использование инновационных технологий. От разнообразия, технического совершенства и количества оборудования зависят условия и производительность труда, благосостояние и процветание предприятия. Приобретение и внедрение новейшего оборудования – это первый шаг к успеху любого предприятия.

Ключевые слова: оборудование, характеристика, предприятие, процесс, методика, участок, станок

The article reviews the question of modern equipment to be used on furniture production small businesses. The economic efficiency of the solution is analyzed.

The acquirement and installation of modern equipment is a first step to business development and profit-making.

Keywords: equipment, specification, business, process, technique, production site, machine-tool.

На современном этапе развития экономических отношений одной из важнейших задач является максимально возможная экономия и рациональное использование всех видов ресурсов. Обеспечение ресурсосбережения — обязательное требование к технике, технологии, организации производства и непроизводственной деятельности, хозяйственному механизму. Новая техника должна требовать меньшего расхода ресурсов как в процессе ее производства, так и в процессе эксплуатации. Новая технология должна быть безотходной или малоотходной, малооперационной.

Сегодня энергоэффективность и ресурсосбережение входят в 5 стратегических направлений приоритетного технологического развития, названных на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, которая состоялась 18 июня 2009 года.

В настоящее время четко просматривается тенденция к постоянному увеличению стоимости электроэнергии, природного газа и других ресурсов, что в свою очередь обуславливает значительные затраты компаний их потребляющих. Любому предприятию для наиболее эффективного осуществления производственной деятельности необходимо внедрение нового производственного оборудования с целью сокращения трудоёмкости и длительности производственного процесса, уменьшения расхода электроэнергии и сырья.

Какими же критериями необходимо руководствоваться при выборе нового оборудования? Грамотное определение назначения и места оборудования в технологическом потоке задаст правильное направление его дальнейшим поискам, что позволит избежать возникновения трудноисправимых ситуаций, после того как станок будет уже куплен.

Первое, что должен сделать потенциальный покупатель еще до обращения к продавцу, — определиться, какой конкретно станок ему нужен на самом деле, с какими

технологическими возможностями и техническими характеристиками. Каково место приобретаемого станка в технологическом процессе, требования к набору выполняемых им операций, производительности, оснащению необходимыми основными и дополнительными обрабатывающими агрегатами, режимам и качеству обработки.

Для оснащения нового производства желательно приобретать станки, которые со временем могут составить основу всей технологической цепочки и которые должны иметь определенный запас производительности, чтобы через непродолжительное время после покупки не потребовалось производить их полную замену в случае необходимости развития предприятия. Для развития производства или для организации нового участка могут быть использованы уже имеющиеся на предприятии станки. Их можно перенести с действующего производства, которое, в свою очередь, будет оснащено новым, более производительным оборудованием, имеющим достаточный запас производительности, рассчитанный на дальнейшее наращивание объемов выпускаемой продукции.

В работах [1, 2] предлагается использовать метод расстановки приоритетов для выбора оборудования. Суть его заключается в попарном качественном сравнении характеристик оборудования. Для каждой характеристики станка создается своя матрица бинарных отношений. Например, можно сравнить несколько (*i*) марок оборудования по количеству потребляемой электроэнергии. Так как наименьшее значение потребляемой энергии предпочтительно, то станку, обладающему наименьшей мощностью, присваивается значение «лучше» ($>$), а самому энергоемкому – «хуже» ($<$). Далее сравниваются попарно станки, а результаты сравнения заносятся в матрицу бинарных отношений, которая в общем виде выглядит следующим образом:

Таблица 1 – Матрица бинарных отношений

I	1	2	3	...	i
1	2	3	4	5	6
1	=	>	=	...	<
2	=	=	>	...	=
3	>	>	=	...	=
...	...	...	...	...	...
i	=	=	<	...	=

Данный метод может быть применен для каждого конкретного предприятия при условии учета специфики производства и рассмотрения всех требуемых характеристик оборудования.

Рассмотрим обоснование выбора нового оборудования на примере модернизации участка раскроя на малом предприятии, выпускающем корпусную мебель. Предприятие в настоящее время перешло от мелкосерийного и единичного производства к крупносерийному и массовому производству. Прежние технологические процессы стали экономически не выгодны.

Допустим, в настоящее время участок раскроя на предприятии оснащён одним форматно-раскроечным станком FL 3200 L Filato, который обслуживают 2 рабочих. Станок работает в 2 смены, т.к. остальные технологические участки оснащены более современным оборудованием с высокой производительностью. Перед малым предприятием встал вопрос о выборе экономичного варианта технологического процесса выполнения операций раскроя, который в настоящее время в значительной степени не удовлетворяет потребностей производства.

Для потребностей данного производства было составлено задание на технологические возможности и технические характеристики необходимого раскроечного центра по приведённым ниже параметрам:

1. Станок должен иметь возможность пакетного раскроя плитных материалов, обеспечивающую высокую производительность при изготовлении серий;
2. Станок должен иметь компьютерное управление, что упрощает руководство производственным процессом, позволяя настраивать станок под выполнение конкретных задач;
3. Каретка на роликовых направляющих (лучше трех роликовая система), надежная и точная;
4. Возможность программирования с панели управления подъема, наклона пилы, а также перемещения линейки для параллельных резов;
5. Диаметр главной пилы до 350 мм;
6. Должна иметься возможность переключения с автоматического на полуавтоматический режим во время выполнения программы раскроя (для того чтобы сделать несколько пропилов);
7. Необходима автоматическая загрузка заготовки в станок, что обеспечивает увеличение производительности оборудования и сокращение времени загрузки заготовки;
8. Максимальная длина и высота пропила 3800мм×300мм;
9. Потребляемая мощность станка не выше 9 кВт;
10. Частота вращения основной пилы 4800-5000 об/мин;
11. Частота вращения подрезной пилы, 6500-7000 об/мин
12. Габаритные размеры нового оборудования не должны существенно превышать размеры старого станка.

Таблица 2 – Основные характеристики моделей форматно-раскроечных центров

№ п/п	Модель станка	Макс. высота пропила, мм	Макс. длина распила, мм	Основная пила		Подрезная пила		Масса, кг
				Частота вращения, об/мин	Мощность привода, кВт	Частота вращения, об/мин	Мощность привода, кВт	
1.	FL 1327 Filato	76	3200	4800	7,5	6500	1,5	2760
2.	MJ– 6232	65	3000	4800	7,5	6100	1,5	2200
3.	SIGMA IMPACT 105C	76	3800	3900	11	4200	1,5	2960

Используя методику профессора А.Н. Чубинского, построим матрицы бинарных отношений для раскроечных центров примерно одной ценовой категории по сравниваемым характеристикам, представленным сравнительной таблицей 2.

Построим матрицы бинарных отношений по следующим сравниваемым характеристикам:

- мощность (включая мощность основной и подрезной пил), кВт;
- длина реза, мм;
- высота реза, мм.

Исходя из приведенной ранее методики и описания составления матрицы для сравнения мощности, составляем матрицу сравнения оборудования в зависимости от потребляемой мощности, кВт (табл. 3). Для сравнения показателя длины реза составлена таблица 4. Предпочтение отдается максимально возможной длине реза. Для сравнения высоты реза составлена таблица 5. Предпочтительнее, чтобы этот показатель был максимально возможным.

Таблица 3 – Матрица сравнения оборудования по потребляемой мощности

I	1	2	3
1	=	=	>
2	=	=	>
3	<	<	=

Таблица 4 – Матрица сравнения оборудования по длине реза

I	1	2	3
1	=	<	>
2	>	=	>
3	<	<	=

Таблица 5 – Матрица сравнения оборудования по высоте реза

I	1	2	3
1	=	<	=
2	>	=	>
3	=	<	=

Для перехода от качественного к количественному сравнению можно воспользоваться следующей методикой: определение приоритета станка производится индивидуально для каждой характеристики. Находим отношение наибольшего к наименьшему показателю:

$$\hat{E} = \frac{\hat{O}_{\max}}{X_{\min}} \quad (1)$$

Для характеристики потребляемой мощности:

$$K_1 = \frac{12,5}{9} = 1,39$$

Аналогично определяем отношения для показателей длины и высоты реза, $K_2=1,27$ и $K_3=1,17$ соответственно.

Определяем значение ω по формуле:

$$\omega = \left(\frac{K-1}{K+1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}} \right) \times \beta_v, \quad (2)$$

где n – число участвующих в конкурсе объектов ($n=3$);

β_v – поправочный коэффициент, равный на первой интеграции $\beta_1 = 1$.

Определяем ω для показателя потребляемой мощности:

$$\omega_1 = \left(\frac{1,39-1}{1,39+1} + \sqrt{\frac{0,05}{3}} \right) \times 3 = \frac{0,39}{2,39} + \sqrt{0,016} = 0,29$$

Аналогично определяем $\omega_2=0,25$ и $\omega_3=0,20$.

Формируем матрицы смежности для каждого свойства, таблицы 6, 7 и 8 соответственно, заменяя качественные показатели на количественные значения числа a_{ij} по следующему принципу:

- если в матрице бинарных отношений стоит знак $>$, то $a_{ij} = 1 + \omega$;
- если в матрице бинарных отношений стоит знак $<$, то $a_{ij} = -\omega$;
- если в матрице бинарных отношений стоит знак $=$, то $a_{ij} = 1$.

Рассчитывается приоритет каждого станка по каждому свойству.

Приоритет 1-го порядка:

$$P_{ij}(1) = \sum_{i=1}^h a_{ij} \quad (3)$$

Приоритет 2-го порядка:

$$P_{ij}(2) = a_{ij} P_{ij} \quad (4)$$

Для параметра потребляемой мощности определим приоритет первого порядка для первого оборудования (по первой строке):

$$P_{ij}(1) = 1 + 1 + 1,29 = 3,29,$$

для второго порядка:

$$P_{ij}(2) = 1 \times 3,29 + 1 \times 3,29 + 1,29 \times 2,42 = 9,7$$

Аналогично определяем критерии приоритета первого и второго порядка для каждого оборудования и параметра.

Значение $P_{ij}^*(L)$, мощность критерия приоритета порядка L по каждому показателю определяется по формуле:

$$P_{ij}^*(L) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{i=1}^n P_{ij}(L)} \quad (5)$$

При достижении заданной точности:

$$|P_{ij}^*(L) - P_{ij}^*(L-1)| \leq \varepsilon \quad (6)$$

Значение ε принимается, исходя из требований к характеристикам конкурирующего оборудования, обычно равным 0,01.

Например, для параметра мощности:

$$P_{ij}^*(1) = \frac{3,29}{9} = 0,37$$

Аналогично определяем остальные значения $P_{ij}^*(L)$ для каждой матрицы смежности.

Таблица 6 – Матрица смежности для сравнения оборудования по мощности электродвигателей, кВт

	X_1	X_2	X_3	$P_{ij}(1)$	$P_{ij}^*(1)$	$P_{ij}(2)$	$P_{ij}^*(2)$
X_1	1	1	1,29	3,29	0,37	9,7	0,37
X_2	1	1	1,29	3,29	0,37	9,7	0,37
X_3	0,71	0,71	1	2,42	0,27	7,1	0,27

Таблица 7 – Матрица смежности для сравнения оборудования по длине

	X_1	X_2	X_3	$P_{ij}(1)$	$P_{ij}^*(1)$	$P_{ij}(2)$	$P_{ij}^*(2)$
X_1	1	0,75	1,25	3	0,33	13,8	0,47
X_2	1,25	1	1,25	3,5	0,39	10,4	0,33
X_3	0,75	0,75	1	2,5	0,28	7,4	0,23

Таблица 8 – Матрица смежности для сравнения оборудования по высоте реза, мм

	X_1	X_2	X_3	$P_{ij}(1)$	$P_{ij}^*(1)$	$P_{ij}(2)$	$P_{ij}^*(2)$
X_1	1	0,8	1	2,8	0,31	5,28	0,22
X_2	1,2	1	1,2	3,4	0,38	10,12	0,43
X_3	1	0,8	1	2,8	0,31	8,32	0,35

Для определения приоритета конкурирующих станков по техническим характеристикам необходимо определить весомость влияния каждой характеристики на его комплексную оценку. Чтобы определить балльное значение самих показателей в нашем случае, можно воспользоваться методом экспертной оценки. Суть метода заключается в определении балльной оценки каждого показателя экспертами, минимальное количество экспертов – 9 человек. Самой весомой характеристике, по мнению эксперта, присваивается наивысший балл, равный количеству сравниваемых показателей, а параметру, имеющему наименьшее значение, присваивается минимальное значение балла – 1. Далее определяется среднее значение выставленных экспертами баллов. Исходя из методики, составлена таблица 9.

Таблица 9 – Экспертная оценка показателей

№ п/п	Наименование показателя	Балльные оценки, выставленные экспертом									Среднее значение балла
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Мощность	1	2	2	1	3	1	2	2	3	1,89
2	Длина реза	3	1	1	2	1	2	3	1	2	1,78
3	Высота реза	2	3	3	3	2	3	1	3	1	2,33

Составляем матрицу бинарных отношений характеристик и повторяем действия по вышеизложенной методике. Результаты записываем в таблицы 10 и 11.

Таблица 10 – Матрица сравнения технических характеристик оборудования

	Y_1	Y_2	Y_3
Y_1	=	>	<
Y_2	<	=	<
Y_3	>	>	=

Таблица 11 – Матрица смежности для сравнения технических показателей, характеризующих оборудование

	Y_1	Y_2	Y_3	$P_{ij}(1)$	$P_{ij}^*(1)$	$P_{ij}(2)$	$P_{ij}^*(2)$
Y_1	1	1,23	0,77	3	0,33	8,79	0,33
Y_2	0,77	1	0,77	2,54	0,29	7,51	0,29
Y_3	1,23	1,23	1	3,46	0,38	10,27	0,38

Исходя из приведенной методики, составляется матрица приоритетов, где P – показатель приоритета, чем он выше, тем лучше оборудование по характеризующим показателям.

Таблица 12 – Матрица приоритетов

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	P
X ₁	0,37	0,47	0,22	0,35
X ₂	0,37	0,33	0,43	0,31
X ₃	0,27	0,23	0,35	0,11

Вернемся к сравнительной таблице, составленной на основании анализа полученных коммерческих предложений производителей оборудования. На основе метода расстановки приоритетов для выбора оборудования будет приобретён форматно-раскроечный центр FL 1327 Filato.

Таблица 13 – Сравнение общих характеристик станков

FL 3200 L Filato	FL 1327 Filato
1	2
Назначение	
Предназначен для продольного, поперечного и углового раскроя плитных материалов (МДФ, ДВП, ДСтП и клееных щитов) облицованных и ламинированных, а также заготовок из массивной древесины, с предварительной подрезкой нижней кромки для исключения сколов. Возможен как штучный, так и пакетный раскрой заготовок, а также наклон пильного узла до 45° в вертикальной плоскости	Предназначен для пакетного высококачественного раскроя ламинированных ДСП и ДВП. Главным преимуществом станка по сравнению с обычными форматно-раскроечными станками с ручным перемещением каретки является то, что, занимая одинаковую производственную площадь, он обеспечивает трехкратное увеличение производительности
Область применения	
Предприятия и цеха по производству столярно-строительных изделий, клееных щитов, фанеры, производству мебели и другие деревообрабатывающие производства	Станок используется для тяжелых условий работы в условиях крупносерийного и массового производства. Применяется в серийном мебельном и столярном производствах для изготовления корпусной мебели

Таблица 14 – Сравнение технических характеристик станков

Технические характеристики	Модель	
	FL 3200 L Filato	FL 1327 Filato
1	2	3
Максимальная длина и высота пропила, мм× мм	3200×70	3800×300
Мощность двигателя основной пилы, кВт	4,0	7,5
Мощность двигателя подрезной пилы, кВт	0,75	1.5
Диаметр основной пилы (наибольший) / посадочный диаметр, мм	300 / 30	350 / 30

1	2	3
Диаметр подрезной пилы / посадочный диаметр, мм	120 / 22	180 / 30
Частота вращения основной пилы, об/мин	3000	4 800
Частота вращения подрезной пилы, об/мин	8000	6 500
Габаритные размеры, мм: (длина × ширина × высота)	3380×3125×1200	5230 × 3950 × 1700
Масса, кг	900	2760

На лицо явные преимущества форматно-раскроечного центра FL 1327 Filato перед форматно-раскроечным станком FL 3200 L Filato:

- предназначен для пакетного раскроя плитных материалов, обеспечивающего высокую производительность;
- высокая скорость раскроя при отличной точности;
- программное управление раскроечного центра позволяет оптимизировать раскрой и существенно сократить количество отходов;
- занимая одинаковую производственную площадь, по сравнению с обычными форматно-раскроечными станками с ручным перемещением каретки, он обеспечивает трехкратное увеличение производительности.

Достоинства раскроечных центров для оптимизации рабочего процесса очевидны, особенно для средних предприятий. Один раскроечный центр по своей функциональности может заменить несколько форматно-раскроечных станков, благодаря чему увеличится производительность при экономии рабочего места, а также времени на изготовление изделия за счет меньшего количества рабочих операций.

Также при покупке нового оборудования необходимо провести анализ экономической эффективности проводимого мероприятия.

Оценка эффективности мероприятия должна включить определение следующих показателей:

- затраты на осуществление мероприятия;
- финансовые ресурсы предприятия;
- источники финансирования мероприятия;
- экономический эффект;
- результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Таким образом, в результате проведённого анализа экономической эффективности усовершенствования технологии на малом предприятии, выявлено:

- снижение себестоимости единицы продукции на участке внедрения мероприятия составит 30,4%;
- прирост объёма производства на 5187 тыс.руб.;
- выпуск товарной продукции в натуральном измерении увеличится на 1184 м³ черновых заготовок;
- экономический эффект от внедрения мероприятия составит 10931 тыс. руб.;
- сумма годовой экономии в эксплуатационных расходах составит 483,6 тыс. руб.

От разнообразия, технического совершенства и количества оборудования зависят условия и производительность труда, благосостояние и процветание предприятия. Приобретение и внедрение новейшего оборудования для производства мебели – это первый шаг к успеху. И этот выбор должен быть обоснованным.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://ftacademy.ru/>
2. Чубинский, А.Н. Основы проектирования предприятий. Технологическое проектирование деревообрабатывающих производств / А.Н.Чубинский, А.А. Тамби, Т.А. Шагалова. – СПб.: СПбГЛТА, 2011. – 168 с.

© Горшкова Т.А., Коротина А.В., 2013