

УДК 338.45

С.Н. ПОГОРЕЛОВ, канд.екон.наук, доц., НТУ «ХПИ»;
Н.И. ПОГОРЕЛОВ, канд.екон.наук, проф., НТУ «ХПИ»

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе рассматриваются важнейшие современные научные концепции инновационной деятельности в обслуживаемые производства промышленных предприятий. Рассмотрена структура, состояние, основные тенденции и особенности форм и методов активизации инновационной деятельности, механизм и специфика создания и коммерциализации инноваций, экономические вопросы технического обслуживания и ремонта оборудования в условиях роста НТП.

Ключевые слова: модель, специфика, концепция, инновация, оценка, ремонт, производство, обслуживание

Введение: Поддержание основных фондов черной металлургии в постоянной эксплуатационной готовности неразрывно связано с повышением эффективности использования СТОиРО. Это особенно актуально в условиях перехода к рыночным отношениям и в связи с изменяющейся стратегией развития ремонтных служб. Управлять этим процессом следует с учетом потребностей в ресурсах и при всестороннем анализе их использования. Если первая часть проблемы решается применением ряда методик, то вторая требует разработки специальных методов и подходов, позволяющих выявлять резервы эффективности как в целом системы технического обслуживания и ремонта оборудования в целом, так и составляющих ее подсистем. Поскольку эффективность ремонтного обслуживания зависит от совокупности организационно-технических факторов, целесообразно поставленную задачу решать с применением регрессионного анализа и метода главных компонент путем построения регрессионных экономико-математических моделей.

Материалы исследования: Регрессионная модель, как и всякая другая математическая модель, отражает основные свойства изучаемого экономического явления или объекта исследования и позволяет судить о его поведении в определенных конкретных условиях. При исследовании регрессионных моделей результат действия экономической системы или

объекта в виде одного или нескольких выходных показателей представляется как функция влияющих на него факторов (существенных и несущественных). В зависимости от числа факторов различают парную линейную регрессию (и, соответственно, модель) и множественную линейную регрессию. По способу реализации модели могут быть линейные и нелинейные.

© С.Н. Погорелов, Н.И. Погорелов, 2014

При разработке регрессионных моделей на факторы налагаются определенные ограничения. Прежде всего, необходимо чтобы в условиях конкретной выборки каждый из введенных в модель факторов обладал достаточной вариабельностью (в смысле влияния на результат). Это можно выяснить, исключая данный фактор из модели и сравнивая полученные до и после исключения коэффициенты детерминации и F- отношения (не забывая при этом о возможном взаимодействии исключенного фактора с другими). Существенность влияния фактора в конкретных условиях определяется также его значимостью. Следующим осложняющим обстоятельством при разработке регрессионных множественных моделей является мультиколлинеарность факторов [48, 71, 80], т.е. такое расположение их выборочных значений, при котором последние близко прилегают к некоторой гиперплоскости в пространстве факторов. Применительно к нормальным уравнениям это означает, что их определитель близок к нулю и поэтому уравнения нельзя решить. Для преодоления такого недостатка используются следующие приемы: исключение одного из двух сильно связанных факторов (определяются по корреляционной таблице); переход от первоначальных факторов к их главным компонентам, число которых может быть меньше, затем возвращение к первоначальным факторам; гребневая регрессия с получением ридж-оценок.

Для оценки работы ремонтного производства были построены многофакторные регрессионные модели. На основе логического и графического анализа в качестве зависимых переменных (основных показателей) были отобраны общепринятые в черной металлургии затраты на ремонты и техническое обслуживание оборудования (z , тыс. грн.) и ремонтосъемкость основных фондов (z/φ , коп./грн.)

Для количественной оценки организационно-технического уровня ремонтного производства (независимые переменные) взяты факторы: x_1 - износ основных фондов, %; x_2 - отношение затрат на текущие ремонты оборудования к капитальным, %; x_3 - отношение затрат на капитальные ремонты оборудования, выполненные хозспособом к суммарным затратам на капитальные ремонты, %; x_4 - отношение численности персонала, занятого подготовкой и проведением ремонтов основных фондов централизованным

способом к численности персонала, выполняющего ремонт и обслуживание децентрализованным способом, %; x5-рентабельность, %.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Использование пяти факторов с глубиной выборки, равной десяти, вполне приемлемо для получения достоверных результатов.

При исследовании организационно-технического уровня ремонтного производства интерес представляет как влияние каждого из факторов в отдельности, так и совокупности всех факторов на основные технико-экономические показатели ремонтного производства.

Таблица 1 - Исходные данные

№ п/п	x1	x2	x3	x4	x5	z	z/φ
1	35,4	165,0	15,0	10,46	7,29	72,29	10,11
2	36,0	152,2	15,2	11,28	7,40	72,80	10,21
3	39,4	154,2	14,6	11,62	7,58	77,40	10,398
4	40,7	167,4	15,2	10,18	7,72	78,0	10,37
5	41,0	176,6	17,0	10,10	7,87	75,68	10,10
6	31,3	166,7	11,1	10,34	9,21	40,0	8,12
7	32,9	159,0	10,3	10,63	9,36	42,0	8,12
8	35,8	175,7	16,2	10,73	9,54	43,20	8,15
9	37,3	172,5	17,5	10,18	9,65	46,40	8,303
10	38,2	170,7	14,6	10,92	9,76	46,80	8,22

Исследование влияния каждого из факторов может быть осуществлено с использованием линейной однофакторной регрессионной модели. Результаты расчетов по найденным зависимостям: величин стандартизованных среднеквадратичных отклонений (СКВО) для каждой оценки; t – статистики (статистики Стьюдента), используемые для проверки нулевой гипотезы (НО) о равенстве параметров нулю; уровень значимости для нулевой гипотезы (если при доверительной вероятности 95% это величина меньше 0,05, то гипотеза НО отвергается и параметр считается значимым), приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты регрессионного анализа

Фактор	Параметр	Значение параметра	СКВО	Статистика Стьюдента	Уровень значимости
x1	a	3,59	1,36	2,64	0,03
	b	-73,04	50,29	-1,45	0,184
x2	a	-0,62	0,66	-0,95	0,377
	b	161,88	109,7	1,475	0,178
x3	a	2,94	2,34	1,26	0,243

	b	16,18	34,64	0,467	0,653
x4	a	5,98	11,53	0,52	0,62
	b	-4,31	122,95	-0,035	0,973
x5	a	-15,06	2,003	-7,52	0,00007
	b	188,00	17,21	10,92	0,00000

Анализ результатов, приведенных в табл. 2 показал, что полученные оценки параметров модели является статистически значимыми, поскольку полученные уровни значимости, определенные на основе значений статистики Стьюдента (для соответствующего фактора), соответственно равны 0,03 и 0,0007. Для модели уровни значимости больше 0,05 (при доверительном интервале 95%). Результаты дисперсионного анализа сводим в таблицу 3

Таблица 3 - Результаты дисперсионного анализа

Фактор	Объект	Сумма квадратов	Число степеней свободы	F-статистика	Коэффициент корреляции	Стандартная ошибка	Коэффициент детерминации, %	Уровень значимости
x1	Модель	1176,38	1	6,98	0,68	12,98	46,59	0,03
	Остаток	1348,85	8					
	Сумма	2525,23	9					
x2	Модель	2112,4	1	56,6	-0,94	6,25	87,6	0,00007
	Остаток	312,83	8					
	Сумма	2525,23	9					

Анализ результатов дисперсионного анализа, приведенных в таблице 3, показал следующее. Коэффициент корреляции (для каждой из модели) достаточно высок (соответственно равен 0,68 и 0,94), что указывает на существенную связь соответствующего фактора с зависимой переменной «z», причем знак «-» свидетельствует об уменьшении величины z5 при возрастании x5, т.е., с увеличением рентабельности производства доля затрат, связанная с ремонтом оборудования уменьшается. Адекватно отражает специфику затрат на оборудование и коэффициент корреляции первого. Для разработки множественной регрессионной модели используем кроме факторов x1-x5 и зависимых переменных z и z/φ, приведенных в таблице 2, рассчитанные их средние и стандартизированные среднеквадратичные отклонения (таблица 4).

Таблица 4 - Исходные данные

	x1	x2	x3	x4	x5	z	z/φ
Среднее	36,8	166	14,67	10,644	8,538	59,357	9,22

СКВО	3,18	8,52	2,32	0,505	1,04	16,75	1,08
------	------	------	------	-------	------	-------	------

Для определения влияния каждого фактора на уровень эффективности работы ремонтного производства рассчитаны коэффициенты парной корреляции, которые приведены в таблицах 5 и 6 (соответственно для z и z/φ).

Таблица 5 - Корреляционная матрица

	x1	x2	x3	x4	x5	z
x1	1,0	0,2271	0,713164	-0,0009	-0,8525	0,682532
x2	0,2271	1,0	0,448347	-0,71127	0,469302	-0,31404
x3	0,713164	0,448347	1,0	-0,12919	-0,19977	0,407045
x4	-0,0009	-0,71127	-0,12919	1,0	-0,21034	0,180255
x5	-0,8525	0,469302	-0,19977	-0,21034	1,0	-0,93602
z	0,682532	-0,31404	0,407045	0,180255	-0,93602	1,0

Таблица 6 - Корреляционная матрица

	x1	x2	x3	x4	x5	z/φ
x1	1,0	0,2271	0,71316	-0,0009	-0,3853	0,59663
x2	0,2271	1,0	0,44835	-0,7113	0,4693	-0,3901
x3	0,71316	0,44835	1,0	-0,1292	-0,2008	0,33677
x4	-0,0009	-0,7113	-0,1292	1,0	-0,2103	0,20593
x5	-0,3853	0,4693	-0,2008	-0,2103	1,0	-0,9678
z/φ	0,59663	-0,3901	0,33677	0,20593	-0,9678	1,0

Расчет параметров регрессионной модели проводился с использованием ПЭВМ типа IBM согласно приведенных выше уравнений и пакета STATGRAPHICS, предназначенного для решения задач статистической обработки данных. Все результаты вычислений сведены в вышеприведенные таблицы 8.5 и 8.6.

Многофакторные модели для z и z/φ зависимости эффективности ремонтного производства от перечисленных выше факторов строились с применением метода многошагового регрессионного анализа с последующим исключением несущественных факторов. Функции аппроксимировались полиномом первой степени со свободным членом. Каждое уравнение оценивалось с помощью ряда статистических показателей: коэффициентов множественной корреляции (R), F_p - критерия Фишера, F_t - критерия Стьюдента, уровня значимости для каждой t -статистики. Каждый из этих коэффициентов, как рассмотрено ранее, имеет свое назначение. Например: коэффициент детерминации, является мерой адекватности регрессионной модели; F_p - проверка адекватности модели; квантиль Стьюдента (t_p)- проверка значимости выборочных коэффициентов множественной регрессии.

Результаты расчета коэффициентов регрессии, их стандартизованные среднеквадратичные отклонения, уровни значимости и статистики Стьюдента, соответственно для функции z и z/φ , приведены в таблицах 7 и 8.

Здесь: β_i , $\Delta\beta_i$ стандартизованные коэффициенты регрессии и их погрешности (стандартизованные коэффициенты регрессии используются для определения коэффициентов значимости); B_i , ΔB_i - не стандартизованные коэффициенты регрессии и их погрешности.

Таблица 7 - Результаты анализа z

	β_i	$\Delta\beta_i$	B_i	ΔB_i	Статистика Стьюдента	Уровень значимости
Своб.член	0	0	118,3154	6,948051	17,02858	6,97E-05
x1	0,420636	0,010256	2,217293	0,054064	41,01262	2,11 E-06
x2	-0,07673	0,015574	-0,1509	0,030628	-4,92679	0,007891
x3	-0,01203	0,01105	-0,08701	0,079896	-1,08909	0,337336
x4	-0,03267	0,011092	-1,08399	0,368048	-2,94525	0,042168
x5	-0,74723	0,010472	-12,0275	0,168556	-71,3562	2,31 E-07

Таблица 8 - Результаты анализа z/φ

	β_i	$\Delta\beta_i$	B_i	ΔB_i	Статистика Стьюдента	Уровень значимости
Своб.член	0	0	15,9419	0,80058	19,913	3,8 E-05
x1	0,31639	0,01835	0,1074	0,00623	17,2412	6,6 E-05
x2	-0,1195	0,02787	-0,0151	0,00353	-4,2902	0,01274
x3	-0,0012	0,01977	-0,0005	0,00921	-0,0595	0,95539
x4	-0,0472	0,01985	-0,1009	0,04241	-2,3796	0,07602
x5	-0,8	0,01874	-0,8292	0,01942	-42,695	1,8 E-06

Рассчитаем эти значения и их погрешности по полученным моделям, а также и их минимальные, максимальные и средние значения. Результаты сводим в таблицы 9 и 10.

Таблица 8.9 - Вычисленные значения и погрешности z

	Исходные значения	Вычисленные значения	Погрешность	Стандарт. значения	Стандартиз. вычисленные значения	СКВО по вычис.
1	72,29	72,58476	-0,29476	0,730053	-0,89831	0,23865
2	72,8	72,61736	0,182648	0,791704	0,556633	0,255955
3	77,4	77,37305	0,026947	1,075641	0,082123	0,259498
4	78	78,08855	-0,08855	1,11836	-0,26955	0,245883
5	75,68	75,49143	0,188568	0,963299	0,574676	0,239431
6	40	39,61395	0,386047	-1,17875	1,176509	0,24361
7	42	42,27467	-0,27467	-1,01989	-0,83707	0,255847
8	43,2	43,39804	-0,19804	-0,95282	-0,60355	0,255103
9	46,4	46,36693	0,03307	-0,77557	0,100782	0,305348
10	46,8	46,76127	0,038731	-0,75202	0,118035	0,235167
Минимум	40	39,61395	-0,29476	-1,17875	-0,89831	0,235167

Максимум	78	78,08855	0,386047	1,11836	1,176509	0,305348
Среднее	59,357	59,357	-1,5E-06	1,07E-07	-4,7E-06	0,253449
Медиана	59,045	59,17302	0,030008	-0,01098	0,091453	0,250493

Далее по моделям рассчитываем сводные данные: нормативные коэффициенты, коэффициенты частной корреляции, определяющие линейную зависимость между двумя случайными величинами из некоторой совокупности x_i , когда исключено влияние остальных случайных величин. Вычисления сводим в таблицы 11 и 12.

Таблица 10 - Вычисленные значения и погрешности z/φ

	Исходные значения	Вычисленные значения	Погрешность	Стандартиз. вычисленные значения	СКВО по вычис.
1	10,11	10,1371	-0,071	0,85126	-0,7172
2	10,21	10,2213	-0,0113	0,92931	-0,2985
3	10,398	10,3729	0,02507	1,06993	0,66301
4	10,37	10,3416	0,0284	1,04087	0,75119
5	10,1	10,1172	-0,0172	0,83282	-0,4558
6	8,12	8,09319	0,02681	-1,044	0,70907
7	8,21	8,22841	-0,0184	-0,9186	-0,487
8	8,15	8,12445	0,02555	-1,015	0,67572
9	8,303	8,29758	0,00542	-0,8545	0,14337
10	8,22	8,2572	-0,0372	-0,892	-0,9838
Минимум	8,12	8,09319	-0,0372	-1,044	-0,9838
Максимум	10,398	10,3729	0,0284	1,06993	0,75119
Среднее	9,2191	9,2191	1,9E-07	-2E-07	5E-06
Медиана	9,2015	9,20741	-0,0029	-0,0108	-0,0776

Таблица 11 - Сводные данные результатов регрессионного анализа z

	Нормализованные коэффициенты	Частная корреляция	Доверит. интервал	R2	Статистика Стьюдента	Уровень значимости
x1	0,420636	0,998813	0,405332	0,594668	41,01262	1,63E-07
x2	-0,07673	-0,92657	0,175786	0,824214	-4,92679	0,004372
x3	-0,01203	-0,47823	0,349208	0,650792	-1,08909	0,325801
x4	-0,03267	-0,82729	0,346542	0,653458	-2,94525	0,032061
x5	-0,74723	-0,99961	0,388814	0,611186	-71,3562	1,02E-08

Таблица 12 - Сводные данные результатов регрессионного анализа z/φ

	Нормализованные коэффициенты	Частная корреляция	Доверит. интервал	R2	Статистика Стьюдента	Уровень значимости
x1	0,31639	0,99334	0,40533	0,59467	17,2412	1,2E-05
x2	-0,1195	-0,9064	0,17579	0,82421	-4,2902	0,00779
x3	-0,0012	-0,0297	0,34921	0,65079	-0,0595	0,95484
x4	-0,0472	-0,7655	0,34654	0,65346	-2,3796	0,0632
x5	-0,8	-0,9989	0,38881	0,61119	-42,695	1,3E-07

Кроме характеристик моделей, приведенных в таблицах 9-12, для функций z и z/φ определяем коэффициенты множественной корреляции (R), множественные коэффициенты детерминации (R^2), нормализованные коэффициенты детерминации (R^2_n), а именно: для функции z : $R=0,99991$; $R^2=0,999983$; $R^2_n=0,99962$; для функции z/φ : $R=0,999973$; $R^2=0,99945$; $R^2_n=0,99877$.

Полученные значения коэффициентов множественной корреляции (близки к единице) показывают «хорошую» степень аппроксимации модели линейными уравнениями, а коэффициенты детерминации (множественный и нормализованный) (близки к единице) – указывают на высокую степень адекватности регрессионной модели.

Для функций z и z/φ осуществляем анализ адекватности модели. Для функции z : статистика Фишера $F(5, 4) = 4689,9$ при вероятности $p < 0,00001$; погрешность аппроксимации составляет $0,32818$. Для функции z/φ : статистика Фишера $F(5, 4) = 1464,5$ при вероятности $p < 0,00001$; погрешность аппроксимации составляет $0,03781$. Полученные значения показывают, что обе модели (8.21) и (8.22) значимы и адекватны.

Анализ коэффициентов, приведенных в таблицах 11 и 12, позволил проанализировать их по степени влияния на результативные показатели:

$$z : x_5 > x_1 > x_2 > x_4 > x_3 .$$

$$z/\varphi : x_5 > x_1 > x_2 > x_4 > x_3 .$$

Выводы: В результате проведенных исследований получены регрессионные модели (парные и множественные), которые могут быть использованы для анализа и прогнозирования ремонтного производства предприятий черной металлургии. Осуществлено также ранжирование факторов по степени их влияния на результативные показатели в следующем порядке: рентабельность предприятия; износ основных фондов; отношение затрат на текущие ремонты оборудования к капитальным затратам; отношение численности персонала, занятого подготовкой и проведением ремонтов основных фондов централизованным способом к численности персонала, выполняющих ремонт и обслуживание децентрализованным способом; получены доверительные интервалы при принятой 95% доверительной вероятности, которые позволяют судить о точности и достоверности получаемых оценок.

Список літератури: 1. Акбердин Р.З. Сравнительный экономический анализ резервов ремонтного обслуживания. Методические рекомендации // Свердловский институт народного хозяйства: Свердловск, 1970. – 101с. 2. Власов Б.В., Семенов В.М. Повышение эффективности вспомогательных производств. – М.: Экономика, 1983. 3. Мельникова К.И. Экономическая оценка качества ремонта оборудования. – Харьков: Основа, при ХГУ, 1991. – 192с.

Bibliography (transliterated): 1. Akberdin R.Z. *Sravnitel'nyj jekonomicheskij analiz rezervov remontnogo obsluzhivaniya*. Metodicheskie rekomendacii // Sverdlovskij institut narodnogo hozjajstva: Sverdlovsk, 1970. – 101s. 2. Vlasov B.V., Semenov V.M. *Povyshenie jeffektivnosti vspomogatel'nyh proizvodstv*. – M.: Jekonomika, 1983. 3. Mel'nikova K.I. *Jekonomicheskaja ocenka kachestva remonta oborudovaniya*. – Har'kov: Osnova, pri HGU, 1991. – 192s.

Надійшла до редколегії 27.03.2014

УДК 519.816 (063)

Н.П.ТКАЧЕВА, канд. экон. наук, доц., НТУ «ХПИ»

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АКТИВОВ

В статье рассмотрены вопросы повышения уровня конкурентоспособности промышленных предприятий Украины. В качестве основного фактора, формирующего основные конкурентные преимущества, автором определены интеллектуальные активы. В качестве интеллектуальных активов предлагается рассматривать: результаты инновационной деятельности, объекты интеллектуальной собственности, творческий потенциал промышленного персонала.

Ключевые слова: конкурентоспособность, промышленные предприятия, интеллектуальные активы

Постановка проблемы. Для устойчивого функционирования в условиях неблагоприятной внешней среды любое предприятие должно быть конкурентоустойчивым. Обеспечение конкурентоспособности базируется именно на формировании определенных конкурентных преимуществ и их удержании в течение длительного времени. Для решения этой задачи предприятие необходимо находить все возможные источники их приобретения. Поэтому на сегодня одной из самых актуальных проблем экономики является определение и обоснование возможных источников формирования конкурентных преимуществ субъектов хозяйствования разных отраслей. Интеллектуальный капитал в современном мире становится главным богатством и основным фактором социально-экономического роста и развития. При этом конкурентоспособность любой отрасли экономики страны, в том числе сельского хозяйства, определяется уровнем и использованием интеллектуального капитала. Благодаря интеллектуальному капиталу и на его основе, аграрный сектор экономики страны становится информационно ёмким, технологичным и ориентированным на инновации. Поэтому вопросам способности сельского хозяйства создавать и эффективно