

УДК 519.233.5

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ

П.И. ЛАПКОВСКАЯ

(Белорусский национальный технический университет, Минск)

*Представлены результаты исследований по разработке экономико-математической модели влияния показателей эффективности микрологистической системы предприятия на технико-экономические показатели его развития. В качестве базы исследований использовались данные по развитию предприятия промышленности строительных материалов. Показатели эффективности микрологистической системы предприятия выделены по ранее разработанной автором методике оценки эффективности микрологистической системы предприятия. Проведенные исследования по построению экономико-математической модели влияния показателей эффективности микрологистической системы предприятия на технико-экономические показатели его развития выявили, что предлагаемые показатели эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов имеют взаимосвязь с основными экономическими показателями развития всего предприятия. Установлены корреляции между зависимыми и независимыми переменными, выявлены взаимосвязи между переменными и определены зависимости. Данная взаимосвязь отражается в полученных уравнениях регрессии.*

**Ключевые слова:** логистическая система, эффективность логистической системы, множественный регрессионный анализ, конкурентоспособность.

Стремительное развитие рынка, ужесточение конкуренции, требование клиентов улучшения качества сервиса ставят перед организациями новые задачи. Чтобы сохранить конкурентоспособность и усилить свои преимущества, современной компании необходимо оптимизировать все процессы создания стоимости – от поставки сырья до сервисного обслуживания конечного потребителя.

Эффективная логистическая система способствует достижению маркетинговых и бизнес-целей компании; создает условия места и времени, помогая максимизировать удовлетворенность потребителей; гарантируя быстрые отгрузки за минимальное время и по минимальной цене, позволяет оптимизировать запасы сырья, а также снизить затраты по перемещению материально-производственных запасов, выполнению погрузо-разгрузочных работ, транспортировке и другим операциям, связанным с их распределением [1].

Итоговые результаты логистической системы промышленного предприятия во многом зависят от четкого взаимодействия и синхронной работы всех его элементов. Любое нарушение в согласованности поставок по номенклатуре, срокам, качеству товарно-материальных ценностей приводит к увеличению затрат и снижению эффективности.

Одним из ключевых понятий при исследовании логистических систем является понятие «*эффективность логистической системы*». Согласно мнению М.Н. Григорьева, А.П. Долгова и С.А. Уварова, эффективность логистической системы – это «соотношение между заданным (целевым показателем результата функционирования системы и фактически реализованным», то есть степень фактического достижения результата логистической деятельности [2]. Кроме этого, эффективность логистической системы может трактоваться как показатель (или система показателей), который характеризует уровень качества функционирования логистической системы при заданном уровне общих логистических расходов.

В настоящее время не существует универсальной системы показателей и методики оценки эффективности функционирования микрологистической системы предприятий промышленности строительных материалов, которая бы учитывала особенности деятельности конкретного предприятия, качество логистического обслуживания потребителей и угрозы внешней среды предприятия. Наиболее распространенный инструмент оценки эффективности функционирования логистических систем – определение логистических затрат или прибыли от осуществления логистических операций.

Такие ученые, как В.И. Сергеев, С.И. Барановский, сходятся во мнении, что в условиях формирования рыночной экономики оценку эффективности функционирования логистических систем предприятий необходимо осуществлять с учетом оценки логистического обслуживания потребителей.

Авторы М.Н. Григорьев, А.П. Долгов и С.А. Уваров придерживаются схожего мнения, они разработали интегральный критерий оптимальности, или критерий минимума общих логистических затрат логистической системы с учетом качества обслуживания потребителей.

Существует подход [3], где кроме указанных показателей оценки эффективности функционирования микрологистических систем включаются показатели общей продолжительности логистических процессов в системе и общей производительности бизнес-системы.

*Критерии эффективности функционирования логистических систем* [4, раздел 3.6]:

- 1) коэффициент своевременности доставки товаров;
- 2) логистические издержки;
- 3) транспортно-логистические издержки;
- 4) коэффициент неостребованности готовой продукции;
- 5) коэффициент динамичности запасов;
- 6) транспортные запасы;
- 7) цикл доставки товаров;
- 8) удельные затраты на поставку продукции.

Следует отметить, что показатели эффективности функционирования логистических систем, указанные в данном стандарте, больше ориентированы на оценку транспортной подсистемы логистической системы организации. В связи с этим автором была разработана *методика оценки эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов*, представленная в [5] и апробированная на ряде предприятий промышленности строительных материалов. Поэтому для обоснования значимости формирования и развития микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов была разработана и *экономико-математическая модель влияния показателей эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов на основные экономические показатели развития предприятия*.

**Основная часть.** В качестве базы построения модели выбран Филиал «Новополоцкжелезобетон» ОАО «Кричевцементношифер», так как в соответствии с проведенными расчетами он обладает одной из наиболее развитых микрологистических систем в промышленности строительных материалов Витебской области. Благодаря этому построенная экономико-математическая модель может быть использована для обоснования влияния показателей эффективности микрологистической системы и для других предприятий промышленности строительных материалов и данной подотрасли в целом.

В качестве зависимых переменных были выбраны следующие экономические показатели развития предприятия промышленности строительных материалов:

- выручка от реализации продукции, руб. ( $y_1$ );
- объем производства, руб. ( $y_2$ );
- рентабельность реализованной продукции, % ( $y_3$ );
- экспорт продукции, руб. ( $y_4$ );
- инвестиции в основной капитал, руб. ( $y_5$ );
- чистая прибыль, руб. ( $y_6$ );
- производительность труда ( $y_7$ );
- прибыль от реализации продукции, руб. ( $y_8$ ).

К показателям эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов, являющихся независимыми переменными, отнесены следующие в соответствии с методикой, представленной в [5]:

- уровень эффективности логистических затрат ( $x_1$ );
- уровень логистического сервиса ( $x_2$ );
- уровень эффективности продолжительности логистического цикла ( $x_3$ );
- уровень логистических рисков ( $x_4$ ).

Исходные данные для построения экономико-математической модели влияния показателей эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов на основные экономические показатели развития предприятия за 2006–2016 годы по зависимым и независимым переменным выбраны и рассчитаны на основе документов о технико-экономическом развитии рассматриваемого предприятия за указанный период. На первоначальном этапе построения модели произведена оценка взаимосвязи между выбранными экономическими показателями развития предприятия и показателями эффективности микрологистической системы предприятия. В таблице 1 представлена матрица корреляций между зависимыми и независимыми переменными.

Таблица 1. – Матрица корреляций между зависимыми и независимыми переменными

Переменные	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$y_1$	0,176	0,775	0,812	-0,591
$y_2$	0,177	0,723	0,846	-0,584
$y_3$	-0,230	-0,390	-0,501	0,421
$y_4$	0,100	0,417	0,599	-0,251
$y_5$	-0,147	0,236	0,401	-0,474
$y_6$	0,722	-0,499	-0,572	0,211
$y_7$	0,138	0,772	0,773	-0,747
$y_8$	0,359	0,359	0,606	-0,360

В практической деятельности, когда число коррелируемых пар признаков  $X$  и  $Y$  невелико, при оценке зависимости между показателями можно использовать следующую градацию:

- *высокая степень взаимосвязи* – значения коэффициента корреляции находятся в пределах от 0,7 до 0,99;

- *средняя степень взаимосвязи* – значения коэффициента корреляции находятся в пределах от 0,5 до 0,69;

- *слабая степень взаимосвязи* – значения коэффициента корреляции находятся от 0,2 до 0,49.

Данные, представленные в таблице 1, показывают наличие взаимосвязи между независимыми и зависимыми переменными, однако из таблицы видна слабая корреляция между зависимыми переменными «Рентабельность реализованной продукции», «Экспорт продукции», «Инвестиции в основной капитал» и независимыми переменными. Остальные переменные имеют высокую и среднюю степень корреляции с отдельными независимыми переменными. Поэтому полученные результаты позволили провести дальнейший анализ по определению количественной оценки связей между зависимыми и независимыми переменными со средней и высокой степенью корреляции.

Для построения экономико-математической модели и оценки взаимосвязи зависимых и независимых переменных использован множественный регрессионный анализ, расчеты проводились в программе IBM SPSS Statistics 20. В связи с тем, что показатели, используемые для построения модели, представлены в разных единицах измерения и значения зависимых и независимых переменных отличаются в десять и более раз, применена функция стандартизации переменных. В качестве метода множественного регрессионного анализа использовался метод шагового отбора.

В таблице 2 представлены результаты расчетов, полученные в программе, для построения экономико-математической модели.

Таблица 2. – Результаты расчетов IBM SPSS Statistics 20 для построения экономико-математической модели

Зависимая переменная	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	F-критерий Фишера	Значимость
$y_1$	0,941	0,886	0,858	2733511,718	31,198	0,0001
$y_2$	0,937	0,878	0,847	2483750,390	28,720	0,0001
$y_6$	0,966	0,933	0,916	34761,848	55,686	0,0001
$y_7$	0,981	0,962	0,946	3046,290	58,918	0,0001
$y_8$	0,606	0,367	0,297	199324,445	5,216	0,048

Отметим, что коэффициент множественной корреляции ( $R$ ) принимает только положительные значения в пределах от 0 до 1. Чем ближе значение коэффициента к 1, тем более тесная связь; и наоборот, чем ближе к 0, тем зависимость меньше. Значение  $R < 0,3$  говорит о малой зависимости между величинами. Значение  $0,3 < R < 0,6$  свидетельствует о средней тесноте связи. Значение  $R > 0,6$  указывает на наличие существенной связи [6].

В соответствии с расчетами (таблица 2) можно сделать вывод о том, что линейная модель множественной регрессии может быть содержательно интерпретирована для зависимых переменных  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_6$ ,  $y_7$ , так как коэффициент множественной корреляции статистически достоверен и показывает наличие существенных связей с независимыми переменными. При этом для переменной  $y_8$  можно говорить о средней тесноте связей. Поэтому далее необходимо было провести анализ коэффициента множественной детерминации (скорректированный  $R$ -квадрат).

Для интерпретации коэффициента множественной детерминации можно применять ту же градацию, что и для коэффициента множественной корреляции при линейной регрессии. Только коэффициент множественной детерминации рассчитывается для установления доли дисперсии, обусловленной воздействием изменений независимых переменных.

По результатам расчетов, представленных в таблице 2, более 80% общей дисперсии по переменным «Выручка от реализации продукции», «Объем производства», «Чистая прибыль», «Производительность труда» обусловлено вариацией отдельных независимых переменных. Однако только 29,7% общей дисперсии переменной  $y_8$  обусловлено вариацией выбранных независимых переменных в модели. Следовательно, спрогнозированные значения зависимых переменных «Выручка от реализации продукции», «Объем производства», «Чистая прибыль», «Производительность труда» могут быть приняты во внимание.

Далее проведем оценку влияния показателей эффективности микрологистической системы на экономические показатели развития всего предприятия, которые были отобраны в результате расчетов коэффициента множественной корреляции и коэффициента множественной детерминации.

Стандартизированные коэффициенты, оказывающие влияние на независимые переменные, критерии  $t$ -Стьюдента и уровни значимости для показателей эффективности микрологистической системы представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Значения полученных коэффициентов

Зависимые переменные	Статистики	Коэффициенты				
		Константа	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$y_1$	Стандартизированные коэффициенты	–	–	0,526	0,589	–
	t-критерий Стьюдента	–6,457	–	3,999	4,481	–
	Значимость	0,0001	–	0,004	0,002	–
$y_2$	Стандартизированные коэффициенты	–	–	0,444	0,658	–
	t-критерий Стьюдента	–5,814	–	3,256	4,824	–
	Значимость	0,0001	–	0,012	0,001	–
$y_6$	Стандартизированные коэффициенты	–	0,782	–	–0,644	–
	t-критерий Стьюдента	7,418	8,503	–	–7,007	–
	Значимость	0,0001	0,0001	–	0,0001	–
$y_7$	Стандартизированные коэффициенты	–	–	0,473	0,380	0,405
	t-критерий Стьюдента	–7,327	–	5,722	4,305	–4,764
	Значимость	0,0001	–	0,001	0,004	0,002

Анализ таблицы 3 показал, что зависимые переменные «Выручка от реализации продукции», «Объем производства», «Чистая прибыль», «Производительность труда» взаимосвязаны с критериями показателя эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов «Уровень эффективности продолжительности логистического цикла», а также переменные «Выручка от реализации продукции», «Объем производства», «Производительность труда» – с критерием «Уровень логистического сервиса».

Стандартизированные коэффициенты регрессии являются статистически значимыми, так как уровень значимости не превышает 0,8%, а следовательно, имеется возможность интерпретировать относительную степень влияния каждого из предикторов на зависимую переменную.

Результаты таблицы 3 свидетельствуют, что на значения зависимых переменных «Выручка от реализации продукции», «Объем производства» наиболее сильное влияние оказывает показатель эффективности микрологистической системы «Уровень эффективности продолжительности логистического цикла» с зависимой переменной «Чистая прибыль» наиболее сильно связан показатель «Уровень эффективности логистических затрат», а с переменной «Производительность труда» – показатель эффективности микрологистической системы «Уровень логистического сервиса» и «Уровень логистических рисков».

Уравнения линейной множественной регрессии для экономических показателей развития предприятия промышленности строительных материалов можно представить в виде:

- выручка от реализации продукции:

$$y = 0,526x_2 + 0,589x_3; \quad (1)$$

- объем производства:

$$y = 0,444x_2 + 0,658x_3; \quad (2)$$

- чистая прибыль:

$$y = 0,782x_2 + 0,644x_3; \quad (3)$$

- производительность труда:

$$y = 0,473x_2 + 0,380x_3 + 0,405x_4. \quad (4)$$

Проверим значимость и качество полученных регрессионных моделей, для чего сравним полученные значения критерия Фишера и критерия Стьюдента в таблице 4.

Таблица 4. – Сравнение фактических и табличных значений критериев значимости регрессионных моделей

Зависимые переменные	Фактические значения		Табличные значения (при $\alpha = 0,05$ )	
	критерия Фишера	критерия Стьюдента	критерия Фишера	критерия Стьюдента
$y_1$	31,198	3,999 4,481	4,53	2,4469
$y_2$	28,720	3,256 4,824	4,53	2,4469
$y_6$	55,686	8,503 –7,007	4,53	2,4469
$y_7$	58,918	5,722 4,305 –4,764	4,53	2,4469

По результатам сравнимых значений критерия Фишера и критерия Стьюдента в таблице 4 можно сделать *вывод*, что полученные регрессионные модели являются статистически надежными и значимыми, так как по всем переменным фактические абсолютные значения критериев превышают аналогичные табличные значения.

Таким образом, увеличение или уменьшение значений показателей эффективности микрологистической системы предприятия строительной индустрии приводит к росту важнейших экономических показателей развития всего предприятия, таких как выручка от реализации продукции, объем производства, чистая прибыль и производительность труда, что свидетельствует о высокой значимости развития микрологистической системы предприятия. Поэтому предприятия, которые ставят целью своего развития формирование микрологистической системы на предприятии, могут использовать методiku формирования логистической системы предприятий промышленности строительных материалов [7].

**Заключение.** В результате проведенного исследования *установлены* показатели корреляции между зависимыми и независимыми переменными, *выявлены* взаимосвязи между переменными и *определены* зависимости. Данная взаимосвязь отражается в полученных уравнениях регрессии.

Полученные результаты позволили определить степень влияния ключевых показателей эффективности микрологистической системы предприятия промышленности строительных материалов на технико-экономическое развитие предприятия и могут быть использованы при повышении конкурентоспособности предприятий и продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дыбская, В.В. Логистика : в 2 ч. / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев ; под общ. и науч. ред. В.И. Сергеева. – М. : Изд-во Юрайт, 2016. – Ч. 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры. – 317 с.
2. Григорьев, М.Н. Логистика. Продвинутый курс : учебник для магистров / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во Юрайт, 2014. – 734 с.
3. Сергеев, В.И. Ключевые показатели эффективности логистики / В.И. Сергеев // Финансовый директор. – 2011. – № 5–6. – С. 36–40.
4. Логистическая деятельность. Термины и определения : СТБ 2047-2010. – 24 с.
5. Лапковская, П.И. Методика оценки микрологистической системы предприятий промышленности строительных материалов / П.И. Лапковская // Новости науки и технологий. – 2017. – № 3 (42). – С. 22–29.
6. Шеремет, А.Д. Управленческий учет : учеб. пособие / А.Д. Шеремет. – М. : ИД ФБК-ПРЕСС, 2000. – 512 с.
7. Лапковская, П.И. Методика формирования логистической системы предприятий промышленности строительных материалов / П.И. Лапковская // Новости науки и технологий. – 2017. – № 1 (40). – С. 54–60.

*Поступила 19.03.2018*

#### ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF THE ENTERPRISE MICROLOGISTIC SYSTEM EFFICIENCY INDICATORS INFLUENCE ON ITS ECONOMIC DEVELOPMENT INDICATORS

*P. LAPKOUSKAYA*

*The article presents the results of ongoing researches on the development of the economic and mathematical model of the enterprise's micro-logistical system efficiency indicators impact on the technical and economic indicators of its development. The data on the development of the construction materials industry used as a research base. The micro-logistics system efficiency indicators of the enterprise are identified according to the method of assessing the effectiveness of the enterprise's micro-logistics system previously developed by the author. The conducted researches on the construction of the economic and mathematical model of the enterprise's micro-logistical system efficiency indicators impact on the technical and economic indicators of its development revealed that the proposed indicators of the efficiency of the micro-logistical system of the construction materials industry enterprise are interrelated with the main economic indicators of the entire enterprise development. The correlation indicators were established between dependent and independent variables, relationships between variables and dependencies were determined. This relationship is reflected in the resulting regression equations.*

**Keywords:** *logistics system, logistics system efficiency, multiple regression analysis, competitiveness.*