

УДК 338:45

DOI 10.52928/2070-1632-2021-56-5-59-63

**ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ***канд. экон. наук П.И. ЛАПКОВСКАЯ**(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Представлены результаты проводимых исследований по разработке моделей развития логистических систем предприятий в промышленности строительных материалов. На основе выявления ключевой роли производителей строительных материалов в макрологистической системе строительного комплекса были определены зависимые и независимые переменные для построения экономико-математических моделей развития исследуемых систем. В качестве независимых переменных в моделях были выбраны показатели оценки логистических систем предприятий промышленности строительных материалов, в качестве зависимых – основные экономические показатели развития производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Полученные модели в виде уравнений регрессии позволяют определять направления развития промышленности строительных материалов и улучшения основных экономических показателей деятельности предприятий за счет повышения эффективности работы их логистических систем.*

**Ключевые слова:** логистика, логистическая система, строительный комплекс, промышленность строительных материалов.

**Введение.** Развитие логистических систем за рубежом доказывает, что они становятся одним из важнейших стратегических инструментов в конкурентной борьбе не только для отдельных организаций, но и страны в целом. В Республике Беларусь сформировались несколько другие условия. В силу объективных причин исторического, политического, экономического характера имеет место технологическое отставание в области логистики [1]. Это происходит из-за характерности развития самих логистических систем, определенных целым рядом причин:

- необходимы достаточно крепкие связи между поставщиками, производителями и потребителями, которые должны быть объединены в единую систему;
- создание логистических систем требует капитальных вложений и зачастую достаточно существенных;
- темпы развития производственной, технической и технологической базы логистики в разных отраслях экономики в последние годы очень высоки и требуют практически постоянного внесения улучшений или внедрения новых продуктов, что влечет значительные единовременные затраты;
- постоянное совершенствование технологий предполагает интенсивную подготовку специалистов в области логистики, переподготовку и повышение квалификации в этой области персонала среднего и высшего менеджмента<sup>1</sup>.

Формирование логистических систем позволит решить ряд перечисленных проблем, объединяя усилия элементов как микрологистических систем, так и всех участников макрологистической системы.

**Основная часть.** Основными участниками макрологистической системы в строительном комплексе являются поставщики ресурсов, производители строительных материалов, строительные организации, проектировщики, заказчик, инвестор, посредники, конечный потребитель и другие. На рисунке 1 представлена схема движения логистических потоков в макрологистической системе на примере строительного комплекса, а также элементы, формирующие его макрологистическую систему. Описывая представленную макрологистическую систему строительного комплекса и существующие в ней потоки, можно выявить их некоторые специфические особенности:

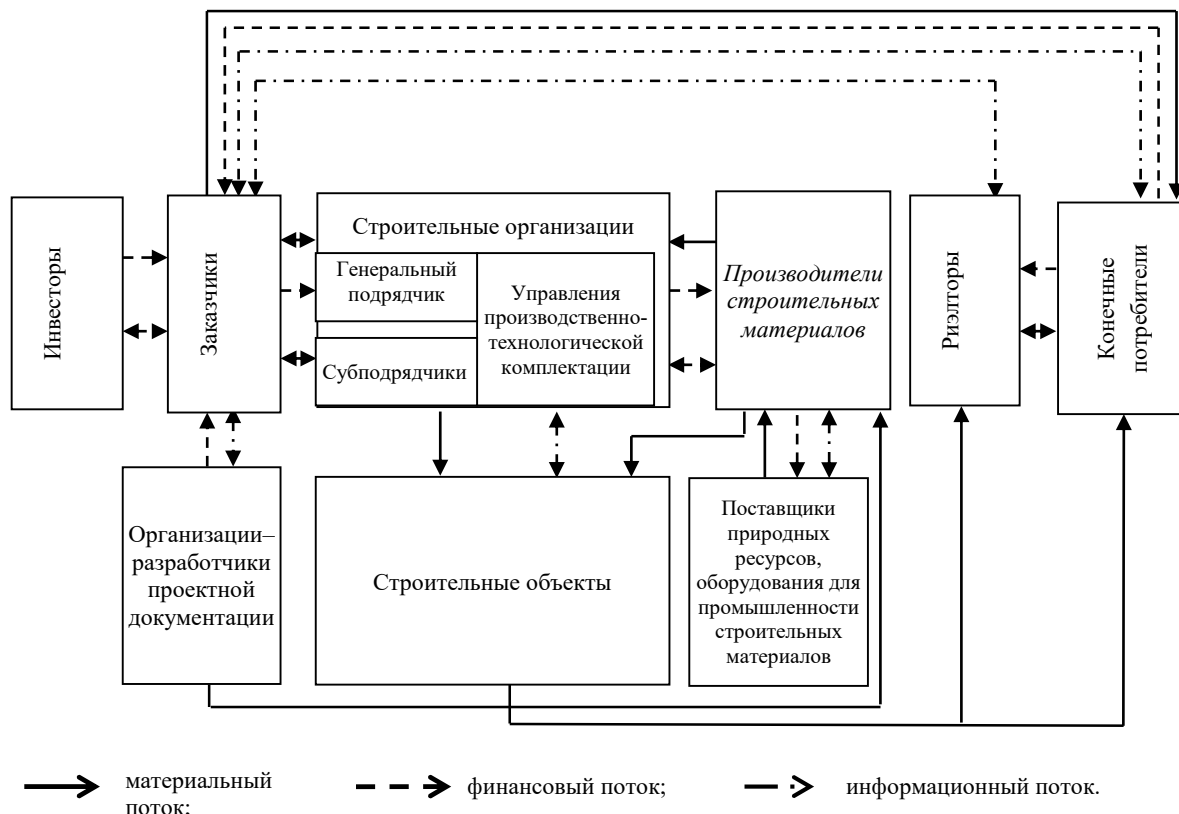
1. На схеме представлено множество участников макрологистической системы строительного комплекса, которые взаимосвязаны различными видами материальных, финансовых и информационных потоков. Так, материальный поток может существовать в форме природных ресурсов, строительных материалов, строительных объектов. Финансовый поток имеет формы доходов, расходов и инвестиционных ресурсов.

2. В представленной макрологистической системе розничным продавцом являются риэлторские агентства, при этом некоторые логистические системы могут и не иметь их. В этом случае конечные потребители связываются с заказчиками, в роли которых выступают государственные комитеты или государственные предприятия, осуществляющие заказ на строительство [2].

<sup>1</sup> Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 29 авг. 2008 г., № 1249 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 223. – 5/28285. URL: <https://normativka.by/lib/document/500081335>.

3. В макрологистической системе могут отсутствовать посредники, когда производители имеют возможность складировать и сохранять созданные строительные материалы на собственных площадях или где существует внедренная система «точно-вовремя» между производителями и подрядчиками.

4. Некоторые заказчики строительных объектов могут получать инвестиционные ресурсы напрямую от банков.



**Рисунок 1. – Схема движения логистических потоков в макрологистической системе на примере строительного комплекса**

Представленная система логистических потоков строительного комплекса содержит полный состав всех участников макрологистической системы данного комплекса. Управление строительным комплексом путем формирования его макрологистической системы позволяет взаимоувязать участников системы через материальные, финансовые и информационные потоки, а также предусмотреть более эффективное выполнение функций координации всех логистических потоков.

Отметим, что конкурентоспособность строительного комплекса на международном рынке в настоящее время зачастую определяется результативностью функционирования системы логистического управления – от закупки строительного сырья, производства строительных материалов до продажи строительного объекта потребителю, – уровнем качества взаимодействия всех элементов логистической системы строительного комплекса.

Для получения интеграционных эффектов в первую очередь необходимо добиться сопряжения интересов всех участников рассматриваемой макрологистической системы (поставщиков сырья, предприятий промышленности строительных материалов, подрядчиков, инвесторов, потребителей и др.). Сопряжение интересов участников макрологистической системы достигается путем распределения функций между ними в процессе функционирования системы. Оптимальное распределение функций между участниками определяет эффективность работы макрологистической системы строительной отрасли в целом.

Ключевое место в макрологистической системе строительного комплекса занимают производители строительных материалов, которые заняты в обработке значительного объема материального потока в системе и существенно влияют на ее конечную эффективность.

Для определения направлений развития логистических систем предприятий промышленности строительных материалов были разработаны экономико-математические модели, которые показывают влияние показателей оценки логистической системы предприятия промышленности строительных материалов на основные экономические показатели развития предприятий. В качестве базы исследования и построения моделей были выбраны такие предприятия, как филиал «Новополоцкжелезобетон» ОАО «Кричевцементношифер», завод КПД ОАО «Строительно-монтажный трест № 16, г. Новополоцк» и завод КПД РУП

«Витебский ДСК», так как данные предприятия являются ключевыми участниками рынка строительных материалов Витебской области. Это позволит использовать разработанные экономико-математические модели и для других предприятий данной отрасли. В качестве зависимых переменных в данной модели были выбраны следующие экономические показатели (таблица 1).

Таблица 1. – Зависимые переменные в экономико-математических моделях

| Показатель                                    | Обозначение |
|-----------------------------------------------|-------------|
| 1. Выручка от реализации продукции (руб.)     | $y_1$       |
| 2. Объем произведенной продукции (руб.)       | $y_2$       |
| 3. Рентабельность реализованной продукции (%) | $y_3$       |
| 4. Экспорт продукции (руб.)                   | $y_4$       |
| 5. Инвестиции в основной капитал (руб.)       | $y_5$       |
| 6. Чистая прибыль (руб.)                      | $y_6$       |
| 7. Производительность труда (руб./чел.)       | $y_7$       |
| 8. Прибыль от реализации продукции (руб.)     | $y_8$       |

К показателям оценки логистической системы предприятия промышленности строительных материалов, являющимися независимыми переменными, были отнесены следующие разработанные показатели:

- уровень логистических затрат  $x_1$ ;
- уровень качества логистического сервиса  $x_2$ ;
- уровень продолжительности логистического цикла  $x_3$ ;
- уровень устойчивости системы к логистическим рискам  $x_4$ .

Исходные данные для построения моделей по зависимым и независимым переменным были отобраны по трем предприятиям за 11 лет. Для разработки моделей был использован множественный регрессионный анализ. В качестве метода множественного регрессионного анализа использовался метод шагового отбора. В таблице 2 представлены результаты расчетов для разработки моделей, полученные в Excel.

Таблица 2. – Результаты расчетов для построения экономико-математических моделей

| Зависимая переменная | $R$    | $R$ -квадрат | Скорректированный $R$ -квадрат | Стандартная ошибка оценки | Критерий Фишера ( $F$ ) |
|----------------------|--------|--------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| $y_1$                | 0,8541 | 0,7295       | 0,6856                         | 0,2119                    | 39,09                   |
| $y_2$                | 0,8192 | 0,6711       | 0,6252                         | 0,2480                    | 29,58                   |
| $y_3$                | 0,9109 | 0,8298       | 0,7647                         | 0,0908                    | 43,87                   |
| $y_4$                | 0,2283 | 0,0521       | 0,00937                        | 1,2747                    | 0,36                    |
| $y_5$                | 0,4553 | 0,2073       | 0,0853                         | 1,1239                    | 1,70                    |
| $y_6$                | 0,7134 | 0,5089       | 0,4333                         | 4,4142                    | 6,74                    |
| $y_7$                | 0,6407 | 0,4105       | 0,3198                         | 0,3182                    | 4,53                    |
| $y_8$                | 0,8881 | 0,7887       | 0,7214                         | 0,1602                    | 33,59                   |

Отметим, что коэффициент множественной корреляции принимает только положительные значения в пределах от 0 до 1. Чем ближе значение коэффициента к 1, тем больше теснота связи. И, наоборот, чем ближе к 0, тем зависимость меньше. При значении  $R < 0,3$  говорят о малой зависимости между величинами. При значении  $0,3 < R < 0,7$  говорят о средней тесноте связи. При  $R > 0,7$  говорят о наличии существенной связи [3, с. 55].

На основе расчетов, приведенных в таблице 2, был сделан вывод о том, что линейная модель множественной регрессии может быть содержательно интерпретирована для зависимых переменных  $y_1, y_2, y_3, y_8$ , так как коэффициент множественной корреляции статистически достоверен и показывает наличие существенных связей с независимыми переменными. При этом переменная  $y_6$  имеет пограничное значение коэффициента множественной корреляции. Поэтому далее был произведен анализ коэффициента множественной детерминации (скорректированный  $R$ -квадрат) для переменных.

Для интерпретации коэффициента множественной детерминации можно применять ту же градацию, что и для коэффициента множественной корреляции при линейной регрессии<sup>2</sup>. Только коэффициент множественной детерминации рассчитывается для установления доли дисперсии, которая обусловлена влиянием изменений независимых переменных. Кроме этого предполагается, что для приемлемых моделей коэффициент детерминации должен быть не меньше 50%.

<sup>2</sup> Рачковский, Н.Н. Прикладная эконометрика в бизнесе [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальностей: 1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)», 1-26 02 02-04 «Менеджмент недвижимости» / Н.Н. Рачковский. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2017. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/189567>.

По результатам расчетов, представленных в таблице 2, более 50% общей дисперсии по переменным «Выручка от реализации продукции», «Объем произведенной продукции», «Рентабельность реализованной продукции» и «Прибыль от реализации» обусловлено вариацией отдельных независимых переменных. Следовательно, предсказанные значения зависимых переменных  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ ,  $y_8$ , могут быть применены для формирования моделей.

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

$$y_t = y_{t-1} + y_{t-1} \cdot (a_0 + a_1 \cdot (\frac{x_{1t} - x_{1t-1}}{x_{1t-1}}) + a_2 \cdot (\frac{x_{2t} - x_{2t-1}}{x_{2t-1}}) + a_3 \cdot (\frac{x_{3t} - x_{3t-1}}{x_{3t-1}}) + a_4 \cdot (\frac{x_{4t} - x_{4t-1}}{x_{4t-1}})),$$

где  $y_{t-1}$  – значения зависимых переменных в периоде, предшествующем расчетному;

$x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}, x_{4t}$  – значения независимых переменных в расчетном периоде;

$x_{1t-1}, x_{2t-1}, x_{3t-1}, x_{4t-1}$  – значения независимых переменных в периоде, предшествующем расчетному.

Значения полученных коэффициентов уравнений регрессии представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Коэффициенты уравнений регрессии для экономических показателей развития предприятий промышленности строительных материалов

| $y$   | $a_1$  | $t_{st}$ | $a_2$  | $t_{st}$ | $a_3$  | $t_{st}$ | $a_4$   | $t_{st}$ | $a_0$ | $t_{st}$ | $R^2$  |
|-------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|---------|----------|-------|----------|--------|
| $y_1$ | 0,8056 | 4,19     | –      | –        | 0,8977 | 3,06     | –       | –        | –     | –        | 0,7295 |
| $y_2$ | 0,8066 | 3,59     | –      | –        | 0,9361 | 2,73     | –       | –        | –     | –        | 0,6711 |
| $y_3$ | –      | –        | –      | –        | 2,5938 | 6,77     | 13,6640 | 2,18     | –     | –        | 0,8298 |
| $y_8$ | –      | –        | 2,0998 | 4,79     | 2,1348 | 3,10     | –       | –        | –     | –        | 0,7887 |

Далее были проверены значимость и качество полученных регрессионных моделей. Для этого проведена оценка полученных значений критерия Фишера и критерия Стьюдента (таблица 4).

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

| Зависимая переменная | Фактическое значение |                    | Табличные значения (при $\alpha = 0,05$ ) |                    |
|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------------------|--------------------|
|                      | критерия Фишера      | Критерия Стьюдента | критерия Фишера                           | критерия Стьюдента |
| $y_1$                | 39,09                | 4,1997<br>3,0639   | 2,71                                      | 2,0423             |
| $y_2$                | 29,58                | 3,5926<br>2,7299   | 2,71                                      | 2,0423             |
| $y_3$                | 43,87                | 6,7704<br>2,1833   | 2,71                                      | 2,0423             |
| $y_8$                | 33,59                | 4,7911<br>3,0984   | 2,71                                      | 2,0423             |

По результатам сравниваемых фактических и табличных значений критерия Фишера и критерия Стьюдента можно сделать вывод, что полученные регрессионные модели являются статистически значимыми и надежными, так как по сравниваемым переменным фактические значения критериев превышают аналогичные табличные значения, что является подтверждением гипотезы их неслучайности.

**Вывод.** Таким образом, изменение показателей оценки логистических систем предприятий промышленности строительных материалов приводит к росту или снижению важнейших экономических показателей развития предприятий, таких как выручка от реализации продукции, объем произведенной продукции, рентабельность реализованной продукции и прибыль от реализации, что свидетельствует о высокой значимости формирования и развития логистических систем исследуемых предприятий. Разработанные модели можно использовать для определения направлений развития логистических систем предприятий промышленности, прогнозирования ключевых показателей производственно-хозяйственной деятельности и обоснования бизнес-планов развития промышленных предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивуть, Р.Б. Управление логистическими потоками в строительной отрасли Беларуси / Р.Б. Ивуть, А.Ф. Зубрицкий, П.И. Лапковская // Новости науки и технологий. – 2016. – № 1. – С. 36–41.

2. Lapkouskaya, P. The features of the supply chain formation and management in the construction industry / P. Lapkouskaya // Youth Science, Shanghai. – 2014. – № 5. – P. 211–212.
3. Гржибовский, А. М. Корреляционный анализ / А. М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 9. – С. 50–60.

## REFERENCES

1. Ivut', R.B. Zubritskij, A.F. Lapkovskaya P.I. (2016) Upravlenie logisticheskimi potokami v stroitel'noj otrasli Belarusi. *Novosti nauki i tekhnologii*. (1), 36–41. (In Russ.).
2. Lapkouskaya, P. (2014) The features of the supply chain formation and management in the construction industry. *Youth Science, Shanghai*, (5), 211–212.
3. Grzhibovskij, A.M. (2008) Korrelyatsionnyj analiz. *Ehkologiya cheloveka*. (9), 50–60. (In Russ.).

Поступила 01.04.2021

## THE FORMATION OF DEVELOPMENT MODELS OF ENTERPRISES LOGISTICS SYSTEMS IN BUILDING MATERIALS INDUSTRY

**P. LAPKOUSKAYA**

*This article presents the results of ongoing research on the development of models for the development of enterprises logistics systems in the building materials industry. Based on the identification of the key role of building materials manufacturers in the macrologistical system of the building complex, dependent and independent variables were determined for constructing economic and mathematical models of the development of the systems under study. The indicators for evaluating the enterprises logistics systems in the building materials industry were selected as independent variables in the models, the main development economic indicators of industrial and economic activities of enterprises were selected as dependent variables. The resulting models in the form of regression equations make it possible to determine the development directions of the building materials industry and improve the main economic indicators of enterprises by increasing the efficiency of their logistics systems.*

**Keywords:** logistics, logistics system, building complex, building materials industry.