

Анализ факторов, определяющих устойчивое развитие грузовых автотранспортных предприятий

© 2013 Григорьева Светлана Вячеславовна

кандидат экономических наук

Поволжский государственный технологический университет
424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3
E-mail: center_audita@mail.ru

Выделены факторы развития грузового автотранспорта, определены регрессионные зависимости между ними, и построен прогноз развития автотранспорта.

Ключевые слова: факторы, грузовой автотранспорт, корреляция, регрессионный анализ, прогнозирование.

Транспортная сеть является элементом инфраструктуры социально-экономической системы, функциональное назначение которой создание условий воспроизводства и деятельности всех отраслей материального производства. Это материальная основа транспортного комплекса системы, которая включает постоянные устройства, обеспечивающие перемещение грузов и пассажиров (дороги, реки, трубопроводы и авиационные трассы, станции, порты, перекачивающие станции и транспорт).

Территориальные особенности формирования и развития транспортной сети отражают закономерности развития социально-экономической системы. В территориальном аспекте роль транспортной сети заключается в создании единого экономического пространства, в обеспечении бесперебойного функционирования региона, где она обеспечивает единство отраслей и территориальной структуры всей экономики, а следовательно, и всего воспроизводственного процесса. Каждый экономический район имеет свой уровень развития транспортной системы, т.е. комплекс различных видов транспорта и путей сообщения, находящихся в зависимости и взаимодействии при выполнении перевозок. Развитие транспортного обслуживания в регионах определяется показателями внутренней и внешней среды.

Определение совместного и отдельного влияния многих взаимосвязанных и одновременно действующих на результативный показатель факторов внутренней и внешней среды, выявленных в ходе исследования, основано на использовании корреляционно-регрессионного анализа.

В качестве эндогенных переменных выступают: объем перевозок грузов автомобильным транспортом отраслей экономики - y_1 , $x100$ тыс. млн т·км; грузооборот автомобильного транспорта - y_2 , млн т·км. Экзогенными переменными являются следующие факторы:

- x_1 - объем ВРП, млрд руб.;
- x_2 - среднегодовая численность работников в экономике региона, тыс. чел.;
- x_3 - инвестиции в основной капитал, $x10$ млрд руб.;
- x_4 - объемы производства сельскохозяйственной продукции, $x10$ млрд руб.;
- x_5 - объем производства промышленной продукции, $x10$ млрд руб.;
- x_6 - объем строительного производства, млрд руб.;
- x_7 - денежные доходы населения, $x10$ млрд руб.;
- x_8 - добыча полезных ископаемых, млрд руб.;
- x_9 - объем лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, млрд руб.;
- x_{10} - объем пищевой промышленности, млрд руб.;
- x_{11} - объем продукции машиностроения и металлообработки, млрд руб.;
- x_{12} - объем оборота торговли, $x10$ млрд руб.;
- x_{13} - плотность автомобильных дорог, тыс. км;
- x_{14} - наличие грузовых автомобилей, $x10$ тыс. ед.;
- x_{15} - индекс тарифов на грузовые перевозки, %;
- x_{16} - общая численность населения, тыс. чел.;
- x_{17} - среднегодовая численность работников грузового автомобильного транспорта, тыс. чел.

Для построения и подробного анализа многофакторных регрессионных моделей на первом этапе проводится анализ отдельных переменных, а на втором - анализ регрессионной зависимости. С этой целью необходимо было рассчитать параметры корреляции между зависимой и всеми независимыми переменными, а также между независимыми переменными. В результате была получена корреляционная таблица, которая показала, что теснота связи между объемом пере-

возок и факторами $x_3, x_4, x_7, x_8, x_{13}, x_{15}, x_{16}, x_{17}$ умеренная; x_5, x_6, x_{12}, x_{14} тесная; $x_1, x_2, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}$ слабая. Для второго эндогенного фактора: с факторами x_3, x_5, x_6, x_{12} связь тесная; $x_4, x_9, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}$ умеренная, $x_1, x_2, x_7, x_8, x_{10}, x_{11}$ слабая. Сильная связь наблюдается между эндогенными факторами.

Между факторами, определяющими объем грузовых автомобильных перевозок, прослеживается тесная корреляционная связь, что отражено в матрице парных коэффициентов корреляции.

Следующий этап - это определение коэффициентов и анализ регрессионных моделей.

В результате регрессионного анализа была получена регрессионная модель хорошего качества, в которой экзогенной переменной является эндогенная переменная предыдущего периода $y_1 = f(y_{1,t-1})$:

$$y_1 = 12,44 + 0,613y_{1,t-1}. \quad (1)$$

Коэффициент при переменной меньше единицы, что является необходимым условием стационарности процесса.

Проверка значимости оценки коэффициента регрессии по критерию Стьюдента (t -критерий = 6,88) показала, что для уровня значимости $\alpha = 0,1$ нулевая гипотеза для коэффициента регрессии отвергается, т.е. коэффициент значим.

Для уровня значимости $\alpha = 0,05$ при степенях свободы $K_1 = 1$ и $K_2 = 12$ F -статистика Фишера, равная 47,33, больше $F_{кр}$, нулевая гипотеза о равенстве нулю коэффициента регрессии отвергается. Уравнение (1) значимо и надежно.

Проверка на автокорреляцию остатков, проведенная при помощи критерия Дарбина - Уотсона, подтверждает хорошее качество модели.

Критерий Дарбина - Уотсона рассчитывается по формуле (2):

$$d = \frac{\sum (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum \varepsilon_t^2} = \frac{407,3882}{246,3856} = 1,65. \quad (2)$$

Данный критерий равен 1,65. Следовательно, гипотеза об автокорреляции остатков отвергается.

Исследование зависимости $y_1 = f(x_5)$ с нелагированной и лагированной переменными позволило получить следующие модели:

$$y_1 = 18,39 + 3,42x_5; \quad (3)$$

$$y_1 = 21,8 + 2,49x_{5,t-1}. \quad (4)$$

Все коэффициенты при переменной положительны. Таким образом, подтверждается: при росте объема промышленного производства возрастает потребность в грузовых автомобильных перевозках. В модели $y_1 = f(x_5)$ наблюдается автокорреляция в остатках (критерий Дарбина -

Уотсона равен 0,31), что говорит о низкой достоверности модели, а в модели $y_1 = f(x_{5,t-1})$ автокорреляция в остатках отсутствует (критерий Дарбина - Уотсона равен 1,4). Однако лагированная модель не содержит экономического смысла. Объем промышленного производства создает потребность в перевозках при производстве и доставке к местам потребления в текущий момент, а не спустя год.

Зависимость $y_1 = f(x_{3,t-1})$ определяется следующей моделью:

$$y_1 = 27,79 + 3,98x_3. \quad (5)$$

Положительный знак коэффициента при экзогенной переменной говорит о том, что рост инвестиций в основной капитал приводит к увеличению объемов производства и потребления и, следовательно, объемов перевозок грузов.

Значимость коэффициента регрессии можно оценить по t -критерию Стьюдента; $t_{расч} = 4,695 > t_{кр}$, следовательно, коэффициент регрессии является значимым. Значение $F_{расч} = 22,05$ показывает достоверность модели. Для полученной модели критерий Дарбина - Уотсона равен 1,05, что свидетельствует о наличии автокорреляции в остатках.

Регрессионный анализ зависимости $y_1 = f(x_{12})$ дает следующие результаты:

$$y_1 = 16,42 + 7,07x_{12}. \quad (6)$$

В данной зависимости коэффициент детерминации равен 0,73; коэффициент Фишера - 34,76, следовательно, уравнение значимо; t -статистика - 5,9, что подтверждает значимость экзогенного фактора.

Действительно, автомобильный грузовой транспорт сильно зависит от торгового оборота региона, поскольку редко используется при перевозке транзитных грузов. Модель (6) является достоверной и может использоваться для прогнозирования объема грузовых перевозок. Однако критерий Дарбина - Уотсона принимает значение 0,58, меньшее единицы, следовательно, наблюдается автокорреляция остатков, что снижает качество модели.

Исследование зависимости $y_1 = f(x_4, x_5, x_{12})$ дает следующую модель:

$$y_1 = 37,03 + 1,15x_{12} + 4,18x_5 - 20,08x_4. \quad (7)$$

При высоких общих характеристиках модели (коэффициент детерминации равен 0,85; коэффициент Фишера равен 20), подтверждающих достоверность модели, были выявлены показатели, опровергающие возможность использования данной модели для прогнозирования объемов грузовых перевозок. Необходимо отметить достаточно существенный разрыв между коэффициентами детерминации и нормированной детерминации, что говорит о не совсем адекват-

ном подборе экзогенных переменных. Дальнейшую проверку можно провести с помощью критерия Стьюдента. Для параметров регрессии он равен, соответственно, $0,26 - x_{12}$, $1,99 - x_3$, $-2,37 - x_4$, следовательно, значимым является только объем промышленного производства, остальные факторы не оказывают существенного влияния на эндогенную переменную.

Коэффициенты регрессии при x_5 и x_{12} положительны, что подтверждает прямо пропорциональную зависимость между объемом перевозок грузов, промышленным производством и торговым оборотом. Однако отрицательный коэффициент при x_4 показывает, что при повышении производства сельскохозяйственной продукции объем грузовых автомобильных перевозок снижается, что представляется невозможным. Проверка на автокорреляцию остатков, проведенная при помощи критерия Дарбина - Уотсона, также подтверждает низкое качество модели. Данный критерий равен $1,19$, следовательно, гипотеза об автокорреляции остатков подтверждается.

Проанализировав зависимость $y_1 = f(x_{3t-1}, x_{15}, x_{16})$, мы получили следующее. Фактор x_{15} оказался незначимым, что подтверждает t -статистика Стьюдента, равная $0,01$. Исключим переменную x_{15} из уравнения регрессии и получим следующую зависимость. Это не сказалось на общих характеристиках модели, но значительно повысило критерий Фишера. Полученная в результате модель

$$y_1 = -168,54 + 3,68x_{3t-1} + 0,15x_{16} \quad (8)$$

обладает следующими характеристиками: коэффициент детерминации равен $0,81$; коэффициент Фишера - $22,92$; критерий Дарбина - Уотсона - $1,86$ - не выявляет наличия автокорреляции остатков. Положительные знаки коэффициентов регрессии $3,68$ и $0,15$ говорят о том, что рост численности населения и инвестиций в основной капитал приводят к увеличению объема перевозок грузов автомобильным транспортом.

С экономической точки зрения данная модель показывает зависимость объема перевозок грузов от численности населения, что отражает объемы потребления, объемы инвестиций в основной капитал, определяющих объемы производства. Уровень инвестиций является агрегированным фактором, включающим влияние объемов производства профилирующих отраслей экономики региона. При незначимости уровня тарифов на перевозку грузов выявляется низкое влияние отраслевых факторов на объем работы автомобильного грузового транспорта. Данный фактор становится значимым при рассмотрении объемов работы предприятий автомобильного транспорта общего пользования. Однако низкая

доля перевозок данных предприятий в общем объеме снижает значимость отраслевого влияния. Необходимо повышать уровень конкурентоспособности автотранспортных предприятий и увеличивать долю охвата рынка. Таким образом, модель подтверждает разработанную структуру факторов, определяющих функционирование рынка автотранспортных услуг. Полученную в результате исследования модель можно использовать для прогнозирования объемов перевозок.

Высокими характеристиками обладает также модель

$$y_1 = -31,71 + 1,66x_{3t-1} + 17,54x_{14} + 1,64x_{17}. \quad (9)$$

Автокорреляция в остатках отсутствует, о чем свидетельствует критерий Дарбина - Уотсона, равный $1,82$. Значение $F_{расч} = 30,005$ говорит о достоверности модели. Для параметров регрессии t -статистика равна, соответственно, $2,2 - x_{3t-1}$, $3,21 - x_{14}$, $4,74 - x_{17}$, следовательно, коэффициенты регрессии являются значимыми.

Влияние каждого фактора на объем грузовых перевозок автомобильным транспортом можно определить количественно, рассчитав коэффициенты эластичности. Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов в среднем изменится значение результирующего признака при изменении факторного признака на 1% .

Для нашей модели получены следующие значения коэффициентов эластичности:

$$\bar{\varepsilon}_{y_1x_{3t-1}} = 0,052 \%, \quad \bar{\varepsilon}_{y_1x_{14}} = 2,23 \%, \quad \bar{\varepsilon}_{y_1x_{17}} = 0,49 \%.$$

Следовательно, при увеличении количества грузовых автомобилей на 1% объем перевозок грузов увеличится на $2,23\%$; если увеличится значение численности работников автомобильного грузового транспорта на 1% , то на $0,49\%$ увеличится значение объема перевозок грузов; при увеличении инвестиций в основной капитал грузового автомобильного транспорта на 1% объем перевозок грузов увеличится на $0,052\%$;

Уравнение регрессии значимо и может быть использовано для прогнозирования объема грузовых перевозок автомобильным транспортом.

Адекватность регрессионного уравнения исходным фактическим данным проверяется с помощью показателя средней ошибки аппроксимации:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - y_x}{y} \right| \cdot 100 \%. \quad (10)$$

Расчетная ошибка $\bar{A} = 9,54\%$, т.е. прогнозные значения объема грузовых перевозок от фактических отличаются несущественно, что говорит о хорошем качестве уравнения регрессии.

Аналогичная методика позволяет построить прогнозную регрессионную модель для грузо-

оборота автомобильного транспорта отраслей экономики. По итогам корреляционного анализа выявлена необходимость проанализировать авторегрессионную зависимость, зависимости y_2 от $x_{3,t-1}$, x_3 , x_6 , x_{12} , а также от y_1 .

Зависимость между эндогенными переменными обладает хорошими характеристиками, однако наблюдается автокорреляция остатков, о чем свидетельствует критерий Дарбина - Уотсона, равный 0,78. Авторегрессионная модель грузооборота обладает следующими характеристиками: коэффициент детерминации равен 0,75; коэффициент Фишера - 35,92; критерий Дарбина - Уотсона - 0,8 - также выявляет наличие автокорреляции остатков; коэффициент регрессии 0,57 меньше единицы, следовательно, условие стационарности модели выполняется. Модели $y_2 = f(x_{3,t-1})$ и $y_2 = f(x_3, x_6)$ обладают достаточной предсказательной способностью, но наблюдается автокорреляция в остатках (критерий Дарбина - Уотсона равен 0,78 для модели $y_2 = f(x_{3,t-1})$, 1,49 для модели $y_2 = f(x_3, x_6)$).

Зависимость грузооборота от объема промышленного производства $y_2 = f(x_3)$ обладает высокими характеристиками (коэффициент детерминации равен 0,91, коэффициент Фишера - 128,03, автокорреляция в остатках отсутствует (критерий Дарбина - Уотсона равен 2,27), коэффициент Стьюдента равен 11,31, что подтверждает значимость коэффициента регрессии, уравнение значимо, надежно, и его можно использовать для прогнозирования).

Таким образом, для прогнозирования объема перевозок рекомендуется использовать функции:

$$y_1 = -168,54 + 3,68x_{3,t-1} + 0,15x_{16}, \quad (11)$$

$$y_1 = -31,71 + 1,66x_{3,t-1} + 17,54x_{14} + 1,64 x_{17}, \quad (12)$$

а для прогнозирования грузооборота предлагается использовать модель

$$y_2 = -5,54 + 40,11x_5, \quad (13)$$

Для целей оперативного и перспективного планирования грузовых автомобильных перевозок по региону важное значение имеет выявление общей тенденции развития перевозок. Наибольшее практическое значение в решении этих задач имеет метод аналитического выравнивания. С его помощью можно определить модели развития (тренды) без выявления факторов динамики. В этом случае закономерность изменения ряда представляется в виде функции времени: $\sigma = f(t)$, где σ - выравненные уровни на момент времени t .

Вид функции, аппроксимирующей тренд ряда, выбирается на основе анализа фактических данных.

Тренды создают базу для прогнозирования, т.е. для определения ориентировочных размеров объема перевозок в будущем. При составлении прогнозов используют не точечную, а интервальную оценку, определяя доверительные интервалы прогноза.

Для установления в данном ряду динамики типа развития явления во времени построим тренды объема перевозок по годам, используя различные функции, и сравним величину достоверности аппроксимации R^2 по разным уравнениям трендов (табл. 1).

Исходные данные лучше всего описывает полином 6-й степени. Следовательно, для расчета прогнозных значений следует использовать полиномиальное уравнение:

$$y = -3E-05x^6 + 0,351x^5 - 1755x^4 + 5E+06x^3 - 7E+09x^2 + 6E+12x - 2E+15.$$

Используя зависимость (14):

$$y_1 = -168,54 + 3,68x_{3,t-1} + 0,15x_{16}, \quad (14)$$

где $x_{3,t-1}$ - инвестиции в основной капитал предыдущего периода, $\times 10$ млрд руб.,

x_{16} - общая численность населения, тыс. чел.,

построим прогноз объема грузовых перевозок по Чувашии.

Таблица 1. Характеристика трендов развития грузоперевозок

Уравнение тренда	Величина достоверности аппроксимации R^2
Линейный	0,36
Логарифмический	0,361
Полиномиальный 6-й степени	0,974
Степенной	0,349
Экспоненциальный	0,348

Таблица 2. Прогноз объема грузовых перевозок по Чувашской Республике до 2013 г.

Год	Инвестиции в основной капитал, х10 млрд руб.	Общая численность населения, тыс. чел.	Объем грузовых перевозок, х100 млн т
2010	6,31	1277,6	46,32
2011	6,99	1281,3	49,38
2012	7,21	1289,7	51,45
2013	7,52	1301,1	54,3

Для разработки прогноза до 2013 г. определены инвестиции в основной капитал, общая численность населения, согласно планам Чувашской Республики на ближайшую и долгосрочную перспективу. Соответственно, прогноз объема грузовых перевозок автомобильным транспортом на 2013 г. представлен в табл. 2.

Согласно разработанному варианту прогноза превышение объема грузовых перевозок по Чувашии в 2013 г. по сравнению с 2010 г. составит 117 %.

1. Лапыгин Ю.Н., Крылов В.Е., Чернявский А.П. Экономическое прогнозирование: учеб. пособие. М., 2009.

2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие. М., 2003.

3. Методы математической статистики в обработке экономической информации: учеб. пособие / Т.Т. Цимбаленко [и др.]. М.; Ставрополь, 2007.

Поступила в редакцию 06.08.2013 г.