МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЁМОВ ГРУЗА

Марупов Мирсалих Мадиевич
канд. экон. наук, доц. кафедры «Транспортная логистика»
Ташкентский государственный транспортный университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Омонов Баходир Шомирзаевич
канд. экон. наук, доц. кафедры «Транспортная логистика»
Ташкентский государственный транспортный университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: baxomonov@mail.ru;

MODELING OF TRANSPORTATION PROCESSES BASED ON CARGO VOLUME FORECASTING

Mirsalih Marupov
PhD in economics, associate professor
associate professor of the department "Transport logistics"
Tashkent state transport university
Respublika Uzbekistan, Tashkent

Bakhodir Omonov
PhD in economics, associate professor
associate professor of the department "Transport logistics"
Tashkent state transport university
Respublika Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье авторы рассматривают вопросы многофакторного моделирования и прогнозирования объёма перевозок грузов с учётом влияния многочисленных факторов. Для построения моделей объёма перевозок грузов использовался многошаговый регрессионный анализ, суть которого заключается в том, что на каждом из последовательных этапов статистически незначимые факторы отсеиваются в соответствии с t-критерием. Основанные на корреляционно-регрессионных уравнениях экономико-математические модели позволяют обосновать качество разрабатываемых перспективных планов на основе полного анализа взаимосвязанных между собой факторов, влияющих в конечном итоге на формирование плана отрасли.

ABSTRACT

The article discusses the issues of multifactor modeling forecasting the volume of cargo transportation of goods, taking into account the influence of numerous factors. To build models of the volume of cargo transportation, a multistep regression analysis was used, the essence of which is that at each of the successive stages statistically insignificant factors are eliminated in accordance with the t-criterion. Economic and mathematical models based on correlation and regression equations allow us to substantiate the quality of the developed long-term plans based on a complete analysis of interrelated factors affecting the formation of the industry plan.

Ключевые слова: многофакторное моделирование, регрессионный анализ, факторы t-критерия Стьюдента, коэффициент множественной детерминации, коэффициент эластичности, β – коэффициент, F – критерий Фишера, остаточная дисперсия, коэффициент множественной корреляции, среднеквадратичная ошибка, прогнозирование, средняя ошибка апроксимации.

Keywords: multivariate modeling, regression analysis, factors, Student's t-criteria, multiple determination coefficient, elasticity coefficient, β–coefficients, Fisher's F-criterion, residual variance, multiple correlation coefficient, root-mean-square error, forecasting, average approximation error.

В условиях обострения конкурентной борьбы необходимость учёта всех факторов, влияющих на показатели грузовых перевозок и определения меры влияния каждого из них обусловливает использование многофакторных моделей и методов регрессионного анализа, позволяющих учесть изменение во времени факторных признаков и параметров модели даже в тех случаях, когда процесс протекает очень

Библиографическое описание: Марупов М.М., Омонов Б.Ш. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЁМОВ ГРУЗА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 5(110). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15583*

сложно и позволяет осуществлять прогноз с высокой точностью.

На практике существует несколько методов выбора уравнения регрессии, характеризующего зависимость анализируемого показателя от рассматриваемых факторов. Каждый из них применительно к одной и той же задаче имеет преимущества и недостатки [1, 2, 3, 4, 5].

Основными являются методы:

- всех возможных регрессий;
- исключения;
- включения;
- многошагового регрессионного анализа;
- ступенчатого регрессионного анализа;
- направленного отбора факторов.

Для построения моделей объёма перевозок грузов и грузооборота использовался многошаговый регрессионный анализ, суть которого заключается в том, что на каждом из последовательных этапов статистически незначимые факторы отсеиваются в соответствии с t - критерием.

Автомобильный транспорт осуществляет перевозки грузов по плану перевозок, который является основной для разработки остальных разделов бизнес-плана. Естественно, возникает вопрос: как определить, что выбранный вариант плана перевозок обеспечит наиболее полное и рациональное использование парка подвижного состава, получение наилучших значений основных технико-эксплуатационных показателей, максимальной прибыли и рентабельности? Эффективность решения данной задачи во многом зависит от точности, а степень точности, в свою очередь, определяет размер потерь, которые понесут автотранспортные предприятия, отрасль и вся экономика в целом. Сегодня существующие методики анализа и планирования работы автомобильного транспорта построены на предположении о функциональных связях и изолированном влиянии каждого отдельного рассматриваемого фактора [6, 7, 8, 9]. Поэтому при моделировании объёма перевозок грузов и грузооборота автомобильного переменными были приняты следующие технико-эксплуатационные показатели:

A_{cc} - среднесписочное количество автомобилей, ед ;

$АД_Э$ - автомобиле-дни в эксплуатации, тыс, маш.дн.;

$q_{ср}$- средняя грузоподъемность, т.;

l_{cc}- среднесуточный пробег, км;

l_{er}- средняя длина ездки с грузом, км;

$\alpha_в$- коэффициент выпуска автомобиля на линию;

β- коэффициент использования пробега;

γ- коэффициент использования грузоподъёмности;

$T_н$- средняя продолжительность работы автомобиля на линии, ч;

$V_Э$- эксплуатационная скорость, км/ч.

При построении многофакторных моделей для прогнозирования объёма перевозок грузов и грузооборота автомобильного транспорта использован метод направленного отбора факторов-аргументов, который даёт хорошие результаты [10,11,12].

Для автотранспорта на основе этой методики при прогнозировании объёма перевозок грузов получены 3 модели, отвечающие всем экономико - математическим требованиям.

$$У_Q=-898,07+709,1\alpha_В+681,63\beta+225,02\gamma-$$
$$-3,55V_Э+0б843l_{er}+4,144l_{cc}; \quad (1)$$

$$У_Q=-1010,86+0,045АД_Э+312,28\beta+172,93\gamma+$$
$$+25,32T_н+21,437V_Э-4,55l_{er}; \quad (2)$$

$$У_Q=-714,14+0,034\ АД_Э+216,89\beta+66,65\gamma+$$
$$7,454V_Э-1,86l_{er}+2,06l_{cc}; \quad (3)$$

Здесь (модель 1, 2, 3) довольно высокий коэффициент множественной корреляции: от 0,9971 до 0,9996,т.е. от 99,4 до 99,9% объёма перевозок автомобильным транспортом зависит от факторов, которые вошли в рассматриваемые модели .

Для оценки каждой из этих моделей необходимо рассчитать значения частных коэффициентов t - Стьюдента. Чтобы обосновать достоверность выводов, определяют остаточную дисперсию $\sigma^2_{ост}$, т.е. вариацию величины признака, обусловленную факторами, не лежащими в основе группировки. Для каждой модели рассчитывают: критерий Фишера (F) и сравнивают с табличным ($F_{табл}$); коэффициент множественной корреляции R; среднеквадратичную ошибку; коэффициент множественной детерминации R^2 ; критерий Стьюдента t_R , который также сравнивают с табличным.

Если значения частных коэффициентов регрессии t_R не удовлетворяют табличным, то из модели исключается фактор-аргумент с наименьшим значением коэффициента при условии, что остаточная дисперсия не увеличивается. Такова методика оценки достоверности каждой многофакторной модели, которая была заложена в алгоритм программы в компьютерных технологиях. Перечисленные величины для трёх моделей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики построенных моделей объёма перевозок автомобильного транспорта

	Модель		
	1-я	**2-я**	**3-я**
$t_{АДэ}$		1188,8	907,45
t_{α_R}	67,26		
t_{β}	10,56	11,31	8,04
t_{γ}	2,41	5,27	2,8
$T_{T_н}$		15,89	
$t_{v_э}$	2,32	225,61	38,79
$t_{l_{er}}$	1,82	2,68	2,42
$t_{l_{cc}}$	368,74		17,38
$\sigma^2_{ост}$	48,0	9,3	6,8
F	113,73	589,09	808,97
$F_{таба.}$	6,04	6,04	6,04
R	0,9971	0,9994	0,9996
R^2	99,4	99,9	99,9
σ_R	0,003	0,0006	0,0004
t_R	342,2	1768,3	2427,9

Наименьшее значение $\sigma^2_{ост}$ имеет модель 3, у неё выше всех значение коэффициента множественной корреляции R=0,9996 и t_R=2427,914. Остальные модели также отвечают всем требованиям и могут быть приняты для анализа (тем более, что в них вошли разные факторы-аргументы).Лишь в модели 1 частные значения коэффициента $t_{l_{er}} = 1{,}82$ не удовлетворяют табличным при 5%-ном уровне значимости (табл.1), в целом же модель пригодна для практических целей.

Для статистического анализа взята модель 2, у которой коэффициент множественной детерминации R^2=о,998, т.е. 99,8% объёма перевозок грузов автотранспорта зависит от факторов

$$АД_Э, \beta, \gamma, T_Н, l_{er}, v_э:$$

$АД_Э$ - автомобиле - дни в эксплуатации, характеризует организацию технического обслуживания и ремонта автомобилей, обеспеченность предприятий водителями, качество планирования перевозок;

β - коэффициент использования пробега, характеризует взаимное расположение автотранспортного предприятия, грузообразующих и поглощающих пунктов, степень внедрения рациональных маршрутов, организацию перевозок грузов;

γ - коэффициент использования грузоподъёмности, отражает род и величину партий перевозимого груза, тип и грузоподъёмность подвижного состава;

$T_Н$ - время в наряде, учитывает влияние факторов, не вошедших в модель l_{cc}, v_t, t_{n-p} ;

l_{er}- среднее расстояние перевозки грузов, отражает уровень управления перевозками, качество разработанных маршрутов, географию размещения клиентуры и рациональное её закрепление за автотранспортными предприятиями;

$v_э$ - эксплуатационная скорость, учитывает простой на линии.

По коэффициентам регрессии выявляют факторы, оказывающие наибольшее влияние на объём перевозок. Так, если $АД_Э$ увеличить на 100 дней, то объём перевозок Q возрастёт на 4,5 тыс. тонн. Увеличение β всего на 0,01 позволит увеличить Q на 3,12 тыс. т; увеличение γ на 0,01 повысит Q на 1,73 тыс.т. При увлечении $T_Н$ на 1час Q возрастёт на 25,32 тыс. т. При росте $V_Э$ на 0,1 км/ч Q увеличится на 2,1 тыс. т., а при сокращении l_{er} на 0,1 км Q возрастёт на 0,45 тыс. т. Но так как перечисленные факторы имеют различные единицы измерения, то определить, какие из них оказывают наибольшее влияние на объём перевозок, сложно.

Чтобы уточнить приоритетность факторов и получить реальное представление об их влиянии на моделируемый показатель, рассмотрим значения частных коэффициентов эластичности и β коэффициенты. Частные коэффициенты эластичности применяют для устранения различий в единицах измерения, которые показывают, на сколько процентов в среднем изменяется результат при изменении каждого фактора на одну и ту же величину - на один процент

$$Э_i = a_i \bar{x}_i / \bar{y} \quad (4)$$

где a_i -коэффициент регрессии ;

$\bar{x}_i$ - средние значения факторов ;

$\bar{y}$ - среднее значение анализируемого показателя.

Для оценки влияния рассматриваемых факторов на объём перевозок грузов рассчитаны коэффициенты эластичности :

$$Э_{АД_Э} = 1{,}23;\ Э_{\beta} = 0{,}86;\ Э_{\gamma} = 0{,}89; \quad (5)$$

$$Э_{T_Н} = 1{,}22;\ Э_{V_э} = 2{,}14;\ Э_{l_{er}} = -0.40. \quad (6)$$

По абсолютному приросту наибольшее влияние на объём перевозок оказывает эксплуатационная скорость автомобиля. Так, при сокращении l_{er} на 1% Q увеличивается на 0,4%; при увеличении $V_Э$ на 1% Q возрастёт на 2,14%, соответственное увеличение β даёт возрастание Q на 0,86%; γ - на 0,89%; $T_Н$- на 1,22%; $АД_Э$ на 1,23%.

β - коэффициенты уравнения множественной регрессии создают реальное представление о воздействии факторов на моделируемый показатель и показывают, насколько сигм (среднеквадратических отклонение) изменяется результат с варьированием соответствующего фактора на одну сигму при фиксированном значении остальных факторов[4]:

$$\beta_{x_i} = \frac{a_i \sigma_{x_i}}{\sigma_y}, \quad (7)$$

где a_i -коэффициенты уравнения регрессии в натуральном масштабе;

σ_y и σ_{x_i} -средние квадратические отклонения анализируемого показателя

и $i-$ го фактора.

Значения β -коэффициентов для факторов, вошедших в рассматриваемую модель, равны:

$$\beta_{АД_Э} = 0{,}632;\ \beta_\beta = 0{,}058;\ \beta_\gamma = 0{,}036; \quad (8)$$

$$\beta_{T_Н} = 0{,}071;\ \beta_{V_Э} = 0{,}276;\ \beta_{l_{er}} = 0{,}022 \quad (9)$$

Согласно анализу β - коэффициентов, объём перевозок может возрасти, в первую очередь, вследствие увеличения $АД_Э$ и Vэ.

Влияние других показателей на объём перевозок незначительно.

Окончательные же выводы можно сделать только после проведения подобной оценки факторов по остальным моделям (см. табл. 2).

Таблица 2

Значения частных коэффициентов эластичности и - коэффициент для моделей объёма перевозок автомобильным транспортом

	Модель		
	1-я	**2-я**	**3-я**
$Э_{АДэ}$		1,23	0,93
$Э_{\alpha_B}$	2,29		
$Э_β$	1,88	0,86	0,60
$Э_γ$	1,16	0,89	0,34
$Э_{T_н}$		1,22	
$Э_{v_э}$	-0,35	2,14	0,74
$Э_{l_{er}}$	0,07	-0,40	-0,17
$Э_{l_{cc}}$	4,11	-	2,04
$β_{АДэ}$	-	0,6321	0,478
β_{α_B}	0,34	-	-
$β_β$	0,126	0,058	0,040
$β_γ$	0,047	0,036	0,014
$\beta_{T_н}$	-	0,071	-
$\beta_{V_Э}$	-0,046	0,276	0,096
$\beta_{l_{er}}$	0,005	-0,022	-0,092
$\beta_{l_{CC}}$	0,81	-	0,400

Зная параметры модели для прогноза объёма перевозок грузов, а также значения факторов, можно рассчитать уровень развития автомобильного транспорта на перспективу. Для решения этой задачи прогнозные значения указанных факторов определены методом экспоненциального сглаживания.

Ниже приведены модели прогноза каждого показателя (факторов):

$X_{АДэ} = 5482{,}27 + 237{,}3t + 14{,}5\ t^2$;

$\beta_{\alpha_B} = 0{,}658 + 0{,}008\ t$;

$X_β = 0{,}562 + 0{,}003\ t$;

$X_γ = 1{,}052 + 0{,}00053t + 0{,}00014\ t^2$;

$\beta_{T_н} = 9{,}918 + 0{,}053\ t$;

$\beta_{l_{er}} = 18{,}19 + 0{,}064\ t$;

$\beta_{l_{CC}} = 202{,}4 + 3{,}375\ t$;

$Э_{v_э} = 20{,}41 + 0{,}202\ t$;

В таблице 3 дан прогноз изменения этих показателей на 2022-2026 гг. Исходными для расчётов послужили условные данные об их изменении за последние 12 лет.

Таблица 3.

Прогноз факторов автомобильного транспорта на 2022-2026 гг.

Год	Автомобиледни в эксплуатации, тыс. маш. дн	Коэффициент использования		Эксплу-ата-ционная скорость, км/ч	Средняя длина ездки автомобиля с грузом, км	Средне су-точ-ный пробег, км	Коэффициент выпуска автомобиля на линию	Средняя продолжитель-ность Работы автомобиля на линии, ч
		пробега	Грузоподь-емности					
2022	9847,1	0,594	1,075	22,63	18,90	239,5	0,746	11,82
2023	10417,9	0,597	1,078	22,83	18,96	242,9	0,754	12,14
2024	11017,7	0,600	1,083	23,03	19,02	246,3	0,762	12,46
2025	11646,5	0,603	0,087	23,23	19,09	249,6	0,770	12,78
2026	12304,3	0,606	1,091	23,44	19,15	253,0	0,778	13,09

Подстановка полученных прогнозных значений факторов в уравнения регрессии определяют общую тенденцию развития автомобильного транспорта. Средняя ошибка аппроксимации для объёма перевозок грузов автомобильного транспорта составила 2%. Это свидетельствует о высокой достоверности результатов прогнозирования (таблица 4).

Таблица 4.

Результаты прогноза объёма перевозки грузов автомобильного транспорта на 2022-2026 гг.

Год	Объём грузов , млн.т		
	Верхняя доверительная граница	Прогноз	Нижняя доверительная граница
2022	457,0	448,04	439,08
2023	486,2	476,67	467,14
2024	516,56	506,43	496,3
2025	526,19	536,22	547,65
2026	580,03	568,66	557,29

Выводы и предложения

До настоящего времени планированию и анализу работы автотранспорта уделялось достаточно много внимания [13,14]. Однако предложенные формы и методы планирования и анализа не дают возможности выявить количественного влияния одного фактора с учётом всех факторов, действующих одновременно и взаимосвязано.

Построенная многофакторная модель перевозки грузов автомобильного транспорта позволяет более точно оценить влияние технических и организационных факторов на уровень объёма перевозок грузов, выявить характер связи и соотношения между факторами, что, в свою очередь, даёт возможность осуществить направленный поиск сочетаний технических и организационных факторов, определить резервы производства и составить конкретный план мероприятий по вовлечению этих резервов в производство. Предложенные экономико - математические модели, основанные на корреляционно - регрессионных уравнениях для решения прогнозных задач по определению объёма перевозок грузов автомобильного транспорта, позволяют обосновать качество разрабатываемых перспективных планов на основе полного анализа взаимосвязанных между собой факторов, влияющих на формирование плана отрасли.

Список литературы:

1. Марупов М.М. Прогнозирование развития производства. Учебное пособие. – Ташкент 2007, 187 стр.
2. Просветов Г.И. Прогнозирование и планирование: Задачи и решения. СПб: РДЛ. 2005, 234 стр.
3. Черныш Е.А. и др. Прогнозирование и планирование. Учебное пособие. – М.: ПРИОР, 2000, 198 стр.
4. Qodirov T.U. U., Yusufxonov Z.Y. O.G. L., & Sharapova S.R. Q. (2021). O‘ZBEKISTONDA TRANSPORT-LOGISTIKA KLASTERLARI FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(6), 305-312.
5. Yusufxonov Z.Y. U. (2022). BOJXONA VA CHEGARA RASMIYLASHTIRUVI SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Scientific progress, 3(1), 626-634.

6. Irisbekova M.N. (2019). METHODOLOGICAL APPROACH TO QUALITY ASSESSMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS SERVICES. Theoretical & Applied Science, (5), 385-388.
7. MURODOV A., ATAJANOVA Z., & YUSUFKHONOV Z. DETERMINATION OF THE MAIN CRITERIA WHEN SELECTING CARGO TRANSPORTATION. UNIVERSUM, 27-29.
8. MARUPOV M., & YUSUFKHONOV Z. CHOICE OF THE OPTIMUM FORECASTING MODEL IN DIFFERENT VALUE OF INITIAL INFORMATION. UNIVERSUM, 23-26.
9. Назарова В.Х. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН. МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ, 99.
10. Жураев М.Н., Ахмедов Д.Т. У., Мустанов О.Г., & Юсуфхонов З.Ю. У. (2022). ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ХАРАКТЕР КООРДИНАЦИОННОЙ МОДЕЛИ. Universum: технические науки, (2-3 (95)), 19-24.
11. Омонов Б.Ш., Жураев М.Н., Юсуфхонов З.Ю. У., & Абсатторов И.Х. У. (2022). ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ ПЛОЩАДИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК. Universum: технические науки, (4-5 (97)), 9-13.
12. Атаджанова З.С., & Мурадов А.С. (2019). Пути развития логистической инфраструктуры железнодорожного транспорта. In Логистика-евразийский мост (pp. 22-26).
13. Muxiddin J., Zokirkhon Y., & Dilmurod A. (2022). MODELING THE SYSTEM OF VEHICLE AND DRIVER ACTIVITY. Universum: технические науки, (1-3 (94)), 71-73.
14. Irisbekova M. (2021). Improving methodology of automobile operating companies activities simulation modeling. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 05024). EDP Sciences.
15. Kuziev A., Juraev M., Yusufkhonov Z., & Akhmedov D. (2023, March). Application of multimodal transportation in the development of future flows of the region. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1, p. 060027). AIP Publishing LLC.
16. Marupov M.M., Sh O.B., & Yusufkhonov Z.Y. (2022). SIMULATION MODEL FOR EFFICIENCY EVALUATION AUTOMOBILE TRANSPORT WORKS. Проблемы современной науки и образования, (3 (172)), 24-29.
17. Саматов Р.Г., Ахмедов Д.Т. У., & Юсуфхонов З.Ю. У. (2022). ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ. Universum: технические науки, (2-3 (95)), 46-51.