

## Статистическо разпределение на сезонните колебания в динамиката на пътничкото

Емилия Ранчева, Димитър Гуглев, Георги Комитов

*Statistical distribution of seasonal fluctuations in the dynamics of passenger flow: Essential feature that determines the irregularity and significant changes in the passenger flow is its seasonal nature. The decrease in negative consequences of the seasonal changes in the passenger flow requires to examine the seasonal fluctuations. The aim of the research is to unfold the seasonal variations in the dynamics of the passenger flow of a public bus transportation company. The seasonal wave of yearly dynamics is presented, and the seasonal variations are examined based on seasonal indexes.*

**Key words:** *passenger flow, seasonal fluctuations, seasonal indexes, seasonal wave.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на пътничкото, съдържателното му оценяване и представяне на информацията в удобен за използване вид е начален етап и необходима предпоставка за рационалното проектиране на автобусните маршрути и организацията на движението на автобусите.

Важна особеност на пътничкото, която обуславя неравномерност и значителни промени е неговият сезонен характер. Сезонните колебания в пътничкото са резултат от въздействието на природно-климатични условия, икономически фактори, а също и от многобройни и разнообразни фактори, които най-често са управляеми.

Сезонността има негативни последици за националната икономика, свързани с неравномерното използване на оборудването и работната сила, с нееднаквото натоварване и необходимост от създаване на резерви на транспортните мощности и др. Неравномерността на пътничките превози по време се налага от самото й естество, произтичащо от специфичните особености на организацията на работното време и почивка на работещите.

Комплексното регулиране на сезонните изменения трябва да се основава на задълбоченото им изследване чрез числово изразяване на проявлението и разкриване на силата и характера им в различните фази на сезонния цикъл. Намаляването на отрицателните последици от сезонните промени в пътничкото изискват да се разкрият и изследват сезонните колебания.

Целта на настоящата разработка е да се разкрият и изследват сезонните колебания в динамиката на пътничкото на фирма за автобусни пътнически превози през периода 2009+2012 г.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Елементите на времевите редове с месечни данни и изменения на пътничкото по отделните години на изследвания период са под едновременното въздействие както на систематични и случайни причини, така и на причини, обусловени от периодични (сезонни и циклични) колебания. В тези редове могат да се отделят три важни съставни компоненти: тренд, периодични колебания, случайни отклонения.

В повечето случаи, при анализа на тренда основната цел на изследователя е подчинена на стремежа да се получи практически полезна информация за закономерните фактори, които определят изменението на изследвания процес, за силата и начина, по който те действат и тяхната устойчивост във времето [4].

Сезонните колебания са предизвикани от систематично и закономерно действащи фактори и характеризират развитие. Поради тази причина тези характеристики основателно са известни като сезонен тренд.

За да се характеризира сезонната вълна, изследваните времеве редове трябва да бъдат с достатъчна дължина. В конкретното изследване това условие е конкретизирано с изчисляване на сезонните индекси за четири годишен времев период 2009-2012 г., като са използвани статистически данни за пътничкото на фирма за

пътнически превози по направление София. Използването на месечни данни за няколко години е свързано с обстоятелството, че в отклоненията по отделни години сезонните колебания се смесват със случайни.

Статистическите данни по направление София показват, че капацитетът на пътникопотока в едноименните месеци на годините от периода е различен. С най-голям брой превозени пътници се характеризира месец юли през 2009 и 2011 година, месец ноември 2010 г. и месец март 2012 г., а с най-малък - месец април за всички години от изследвания период.

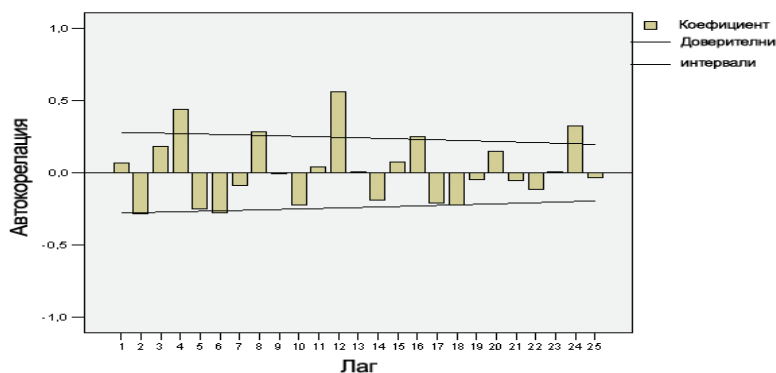
Преди да се разкрие и анализира основната тенденция (тренда), следва да се провери хипотезата за неговото съществуване в реда. Липсата на тренд означава неизменно средно ниво на реда във времето. На практика съществуват различни критерий за проверка наличието на тренд.

Предположението за наличие (или отсъствие) на тенденция на развитие във времевите редове на пътникопотока не може да се провери с ранговите коефициенти на корелация, тъй като тя не е еднопосочна. Коректното ѝ установяване се извършва с използване на коефициентите на автокорелация. Времевите редове са с голяма продължителност, което позволява да се изчислят достатъчен брой автокорелационни коефициенти. Така, изискването на статистическата теория, броят на времевите лагове да е равен на  $\frac{1}{4}$  от обема на извадката, е спазено. Ако времевия ред съдържа сезонни колебания, автокорелационната функция също има сезонно поведение.

Подробна информация за автокорелационните коефициенти и за тяхната статистическа значимост може да се обобщи в таблица на автокорелационните коефициенти със стандартните грешки, характеристиката на Бокс-Люнг и наблюдаваното ниво на значимост за проверка на хипотезите относно статистическата значимост на коефициентите [3].

Автокорелационните функции на пътникопотока, изчислени и представени графично, дават представа за корелационната зависимост между стойностите на пътникопотока, отчитайки съответния лаг във времето.

При графично представяне на автокорелационната функция трябва да отбележим наличието на горни и долни доверителни интервали на стандартното отклонение. Изчисленията на автокорелационните функции се извършват при условие, че всички автокорелации след лаг нула са равни на нула. Представените диаграми на автокорелациите за пътникопотока по съответното направление за периода 2009+2012 г. извеждат зависимостта между стойностите на пътникопотока за различните лагове от време от 1 до 24 (фиг.1).



Фиг.1. Автокорелационна функция на пътникопотока по направление Пловдив – София

При анализа на графиката на автокорелационната функция на пътничопотока по направление София за изследвания период заключаваме, че автокорелационният коефициент от първи порядък е статистически незначим. През периода се наблюдава наличие на значими стойности само при 6 лага. За отбелязване е, че в рамките на времевия период (характеризира се с относително ниска стойност на стандартно отклонение), автокорелационната функция е статистически значима само в малък брой лагове, и то с относително ниски стойности, като при лаг 6 тя е отрицателна. Друга характерна особеност е, че се наблюдават статистически значими стойности на автокорелация в интервал от 4-ти до 24 лага.

Като предварителен инструмент за определяне наличието на автокорелационните зависимости при стойностите на пътничопотока, графичното им изразяване дава представа за наличието, или отсъствието им. Количественото им определяне се извършва чрез прилагане теста на Лjung-Бокс (Ljung-Box Q-statistic) във вида [5]:

$$BL = \chi_{em}^2 = \frac{N(N+2)}{(N+1)} \hat{\rho}_k^2$$

където  $\hat{\rho}_k$  са автокорелационни коефициенти; N - дължина на времевия ред.

Резултатите от нелинейния тест на Лjung-Бокс са отразени в таблица 1.

Таблица 1

Автокорелационна функция на пътничопотока по направление София

Лаг	Автокорелационни коефициенти	Стандартна грешка	Емпирична характеристика на Бокс-Лjung		
			Стойност	Степени на свобода	Наблюдавано ниво на значимост
1	0.067	0.140	0.228	1	0.633
2	-0.286	0.138	4.498	2	0.106
3	0.180	0.137	6.218	3	0.101
4	0.436	0.135	16.610	4	0.002
5	-0.253	0.134	20.181	5	0.001
6	-0.280	0.132	24.661	6	0.000
7	-0.087	0.131	25.099	7	0.001
8	0.286	0.129	29.991	8	0.000
9	-0.010	0.127	29.998	9	0.000
10	-0.222	0.126	33.108	10	0.000
11	0.039	0.124	33.206	11	0.000
12	0.561	0.122	54.155	12	0.000
13	0.003	0.121	54.156	13	0.000
14	-0.189	0.119	56.679	14	0.000
15	0.073	0.117	57.070	15	0.000
16	0.250	0.115	61.762	16	0.000
17	-0.212	0.114	65.251	17	0.000
18	-0.221	0.112	69.152	18	0.000
19	-0.052	0.110	69.372	19	0.000
20	0.149	0.108	71.272	20	0.000
21	-0.058	0.106	71.571	21	0.000
22	-0.119	0.104	72.873	22	0.000
23	0.006	0.102	72.877	23	0.000
24	0.321	0.100	83.161	24	0.000

Пресметнатият коефициент на автокорелация от първи порядък има стойност 0.067. Величината на емпиричната характеристика на теста има стойност:  $BL = \chi_{em}^2 = 0.228$ , при наблюдавано ниво на значимост, равно на 0.633.

Теоретичната стойност от таблицата на  $\chi^2$  - разпределението при 1 % риск за грешка с 24 степени на свобода, е равна на 6.63. Полученият резултат дава основание да се направи извод за статистическата незначимост на коефициента на автокорелация от първи порядък и за липсата на тенденция в изследвания времеви ред на пътничкотока.

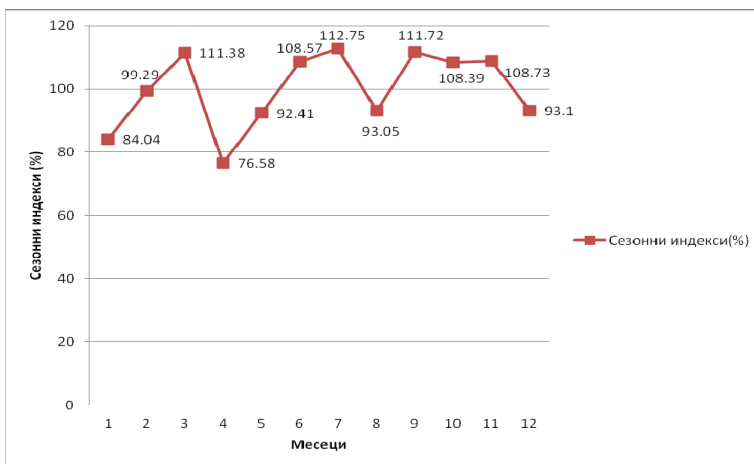
Предварителните индикации за липсата на автокорелации между стойностите на пътничкотока, определени чрез графично представяне, се потвърждават и от числовото изразяване на техните стойности. Прилагането на нелинейния тест Лjung-Бокс, при ниво на значимост 0.05 показва отхвърляне на нулевата хипотеза, съгласно която не съществува статистически съществена автокорелация.

Тъй като времевите редове на пътничкотока не съдържа ясно изразена тенденция в развитието, то сезонните индекси се пресмят непосредствено от емпиричните данни без тяхното предварително изглаждане [1, 2].

Като показатели за измерване на сезонните колебания по осреднените за годините от периода данни се прилагат сезонните индекси, изчислени в табл. 2 по метода на постоянната средна, които характеризират сезонната вълна на пътничкотока:

$$I_s = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}}$$

където  $I_s$  - средни сезонни индекси;  $\bar{y}_i$  - средни по едноименни месеци;  $\bar{y}$  - обща средна за изследвания времеви период.



Фиг.2. Сезонна вълна в пътничкотока по направление Пловдив – София

От представените сезонни индекси се вижда, че увеличен пътничкотока се наблюдава през месеците март, юли и септември. През месеците юни, октомври и ноември сезонните индекси имат стойности също над 100 %. Вижда се и негативното влияние на сезонността през зимните месеци, през които сезонните индекси са под 100 %.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведеното изследване на сезонните колебания в динамиката на пътничкотока могат да се обобщят следните изводи:

- резултатите от графичния анализ на автокорелационните функции, както и приложението на нелинейния тест на Бокс-Лjung не показаха ясно изразена възходяща, или низходяща тенденция в развитието на времевите редове на пътничкотока;

- за измерването на сезонните колебания е необходимо да се осреднят равнищата на всеки месец за достатъчен брой години, за да се взаимно неутрализира влиянието на случайните колебания на равнищата;
- хипотезата за проверка наличие на тренд не може да се провери с ранговите коефициенти на корелация, поради липсата на еднопосочност в развитието. Коректното ѝ установяване се извършва с използване на коефициентите на автокорелация и теста на Бокс-Лjung;
- тъй като времевите редове на пътничопотока не съдържа ясно изразена тенденция в развитието, то сезонните индекси се пресмятат непосредствено от емпиричните данни без тяхното предварително изглаждане;
- със засилен пътничопоток се характеризират месеците март, юли и септември. Негативно е въздействието на сезонния компонент през зимните месеци, които се характеризират с намален пътничопоток и сезонни индекси под 100%.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беляевский И. К. и др., Статистика рынка товаров и услуг, М.: Финансы и статистика, 1995.
- [2]. Поликарпов, А. А., Статистика железнодорожного транспорта, М., Маршрут, 2004.
- [3]. Ранчева Ем., Deskriptiven анализ на динамиката на средните добиви от основни зърнени култури в Р България, Аграрен университет – Пловдив, Научни трудове, 2012 т. LVI, 71-79.
- [4]. Fischer, B., Descomposition of Time Series. Comparing Different Methods in Theory and Practice, 1995.
- [5]. Ljung, G., Vox, G. E. P., On a measure of lack of fit in time series models, Biometrika, 1978, 66, 297-303.

#### За контакти:

Доц. д-р Емилия Лазарова Ранчева, кат. Счетоводство, финанси и статистика, Аграрен университет – Пловдив, 032654461, rancheva@au-plovdiv.bg

Доц. д-р инж. Димитър Анастасов Гуглев, кат. Механизация на земеделието, Аграрен университет – Пловдив, 032654415, guglev@au-plovdiv.bg

Гл. ас. д-р инж. Георги Георгиев Комитов, кат. Механизация на земеделието, Аграрен университет – Пловдив, 032654415, gkomitov@abv.bg

#### Докладът е рецензиран.