

**САВКИНА Е.А.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССАЖИРООБОРОТА ПО ВСЕМ ВИДАМ  
ТРАНСПОРТА В РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ)**

**Аннотация:** Пассажирооборот является одним из показателей, характеризующих деятельность транспортной инфраструктуры региона. В статье используется тест Чоу, на основе которого была подобрана модель наиболее точно описывающая изучаемое явление.

**Ключевые слова:** выборка, тест Чоу, моделирование, фиктивная переменная, регрессионный анализ, среднеквадратическая ошибка, коэффициент детерминации.

**SAVKINA E.A.**

**PASSENGER TURNOVER MODELLING ON ALL MEANS OF TRANSPORT IN THE  
REGION (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA)**

**Abstract:** The passenger turnover is one of the indicators characterizing activity of transport infrastructure of the region. In article the test of Chow on the basis of which the model most precisely describing the studied phenomenon was picked up is used.

**Keywords:** selection, Chow's test, modeling, fictitious variable, regression analysis, mean square mistake, determination coefficient/

В практике эконометриста нередки случаи, когда имеются две выборки пар значений зависимой и объясняющих переменных  $(X_i, Y_i)$ . Например, одна выборка пар значений переменных объемом  $n_1$  получена при одних условиях, а другая, объемом  $n_2$  — при несколько измененных условиях. Необходимо выяснить, действительно ли две выборки однородны в регрессионном смысле.

Идея теста Чоу тесно связана с методикой регрессионного анализа с фиктивными переменными, когда имеется возможность разделения совокупности наблюдений по степени воздействия этого фактора на отдельные группы и требуется установить возможность использования единой модели регрессии.

Оценивание регрессии с использованием фиктивных переменных более информативно в том отношении, что позволяет использовать  $t$ -критерий для оценки существенности влияния каждой фиктивной переменной на зависимую переменную.

Тест Чоу может применяться, например, для выявления стабильности временного ряда. Для этого временной ряд разбивается на две подвыборки: до существенных изменений ряда и после этого. Выдвигается гипотеза о структурной стабильности тенденции ряда и проверяется на основании теста Чоу.

В качестве основы для моделирования был выбран ряд пассажирооборота по всем

видам транспорта по Республике Мордовия за период с 1991 по 2011гг. Информационной базой исследования являются данные ТОФСГС по РМ [1]. Исходные данные представлены на рисунке 1.

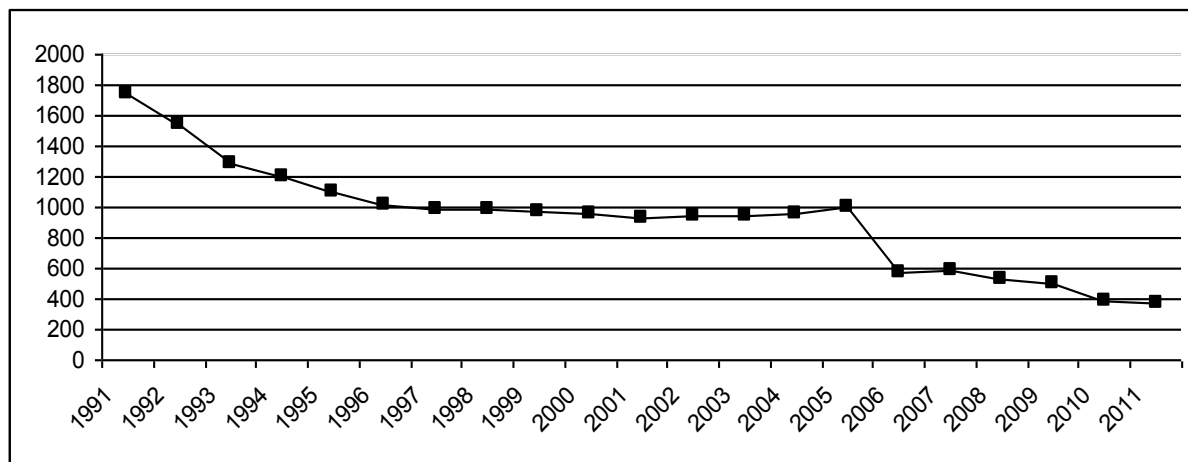


Рисунок 1 – Динамика пассажирооборота по всем видам транспорта общего пользования в Республике Мордовия за 1991-2011 гг., млн. пассажиро-километров.

Как можно увидеть, динамика пассажирооборота в Мордовии носит убывающий характер, однако данное убывание неравномерно, поскольку в 2006 году отмечено резкое снижение значения показателя, вызванное увеличением тарифов на проезд. Так в 2011г. по сравнению с 1991г. пассажирооборот уменьшился на 1376 пассажиро-километров или на 21 %. Среднегодовой темп убыли составил 7,64%.

Разобьем анализируемый временной ряд на две выборки. Первой выборке соответствует временной ряд с 1991-2005г. Выберем наилучшую модель кривых роста, которая лучше всего описывает основную тенденцию временного ряда. Выбор наилучшей кривой роста проводился путем перебора основных форм тренда и расчета по каждому уравнению среднеквадратической ошибки и коэффициента детерминации  $R^2$ . С помощью табличного процессора «Microsoft Excel» были получены уравнения кривых. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики кривых роста

Вид зависимости	Аналитическое уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Линейная	$\hat{y} = -43,186t - 1451$	0,6258
Параболическая	$\hat{y} = 8,0976t^2 - 172,75t + 1818$	0,9500
Логарифмическая	$\hat{y} = -925,96 \ln(t) + 1655,9$	0,8986
Экспоненциальная	$\hat{y} = 1438,6 e^{-0,0353 t}$	0,6258

Таким образом, можно сделать вывод о том, что лучше всего основная тенденция временного ряда описывается параболической функцией, т.к. ей соответствует максимальное значение коэффициента детерминации (рисунок 2).

Уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{y} = 8,0976t^2 - 172,75t + 1818 \quad (1)$$

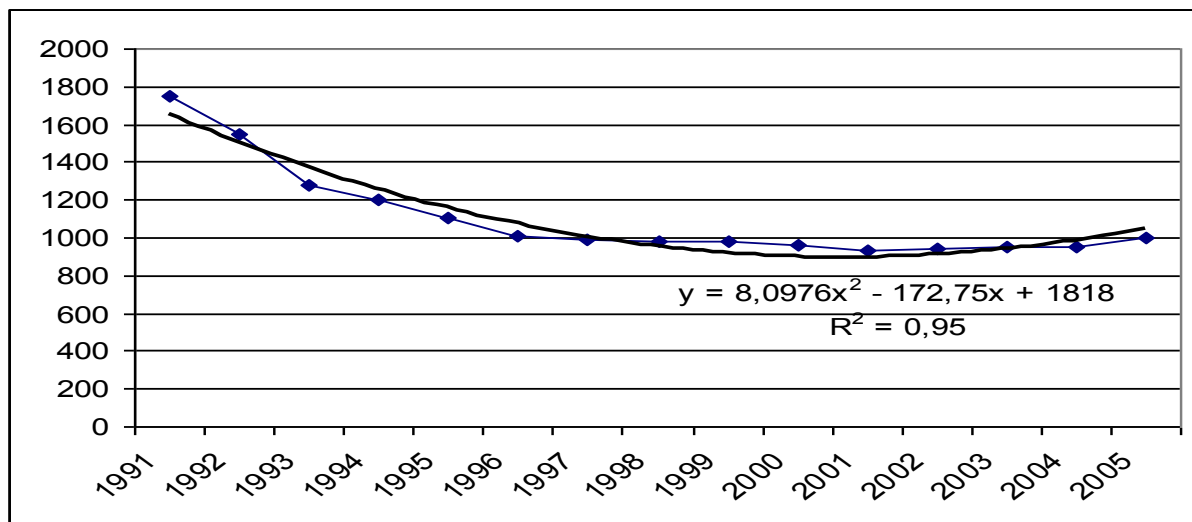


Рисунок 2 - Динамика пассажирооборота по всем видам транспорта в Республике Мордовия за 1991 – 2005 гг.

Второй выборке соответствует временной ряд с 2006-2011г. Выберем наилучшую модель кривых роста, которая лучше всего описывает основную тенденцию временного ряда.

Лучше всего основная тенденция временного ряда описывается параболической функцией, т.к. ей соответствует максимальное значение коэффициента детерминации (рисунок 3). Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные характеристики кривых роста

Вид зависимости	Аналитическое уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Линейная	$\hat{y} = -47,2t + 654,2$	0,9174
Параболическая	$\hat{y} = -5,625t^2 - 7,825t + 601,7$	0,9452
Логарифмическая	$\hat{y} = -121,77 \ln(t) + 622,53$	0,7661
Экспоненциальная	$\hat{y} = 683,82 e^{-0,1003 t}$	0,9026

Уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{y} = -5,625t^2 - 7,825t + 601,7 \quad (2)$$

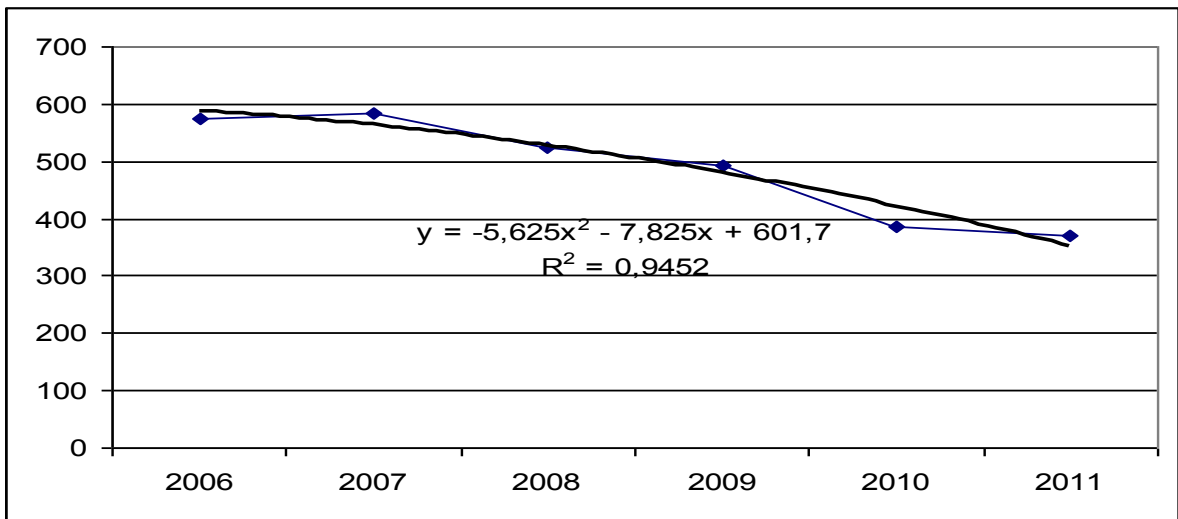


Рисунок 3 - Динамика пассажирооборота по всем видам транспорта в Республике Мордовия за 2006 – 2011 гг.

Выберем наилучшую модель кривых роста, которая лучше всего описывает основную тенденцию пассажирооборота 1991-2011 гг.

Лучше всего основная тенденция временного ряда описывается параболической функцией, т.к. ей соответствует максимальное значение коэффициента детерминации (рисунок 4). Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Основные характеристики кривых роста

Вид зависимости	Аналитическое уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Линейная	$\hat{y} = -52,804t + 1510,2$	0,8568
Параболическая	$\hat{y} = 0,4518t^2 - 62,743t + 1548,3$	0,8587
Логарифмическая	$\hat{y} = -401,04 \ln(t) + 1796$	0,8582
Экспоненциальная	$\hat{y} = 1712 e^{-0,0626t}$	0,8506

Уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{y} = 0,4518t^2 - 62,743t + 1548,3 \quad (3)$$

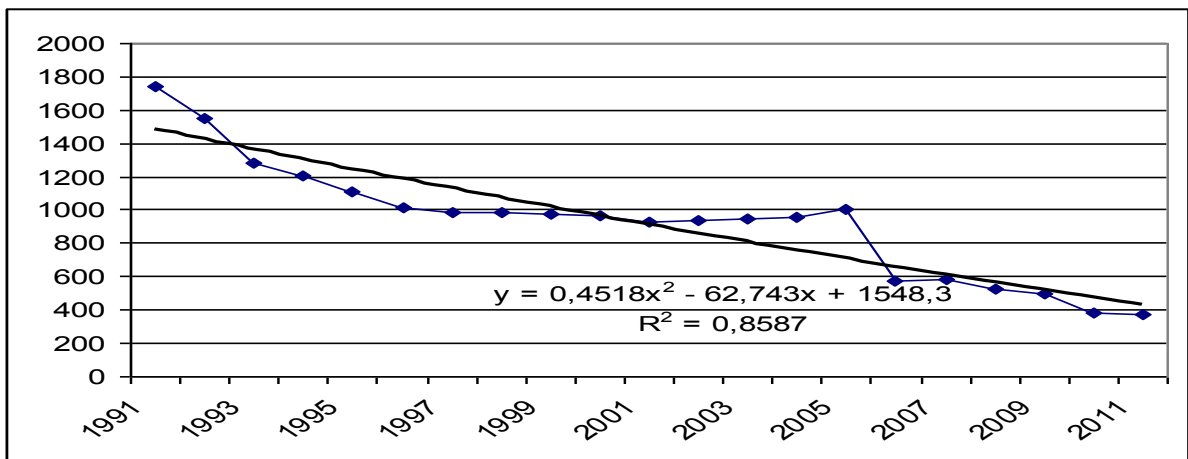


Рисунок 4 - Динамика пассажирооборота по всем видам транспорта в Республике Мордовия за 2006 – 2011 гг.

Найдем фактическое значение критерия Чоу, используя критерий Фишера.

$$F = \frac{(C_3^{ост} - C_1^{ост} - C_2^{ост})/2}{(C_1^{ост} + C_2^{ост})/(n-4)} = \frac{(52493254 - 41748,84 - 23871841)/2}{(41748,84 + 23871841)/(21-4)} = 10,16$$

$$F_{кр. (0,05;2;17)} = 3,59$$

$F > F_{кр.}$ , то при уровне значимости 0,05 отвергается гипотеза о структурной стабильности и моделирование необходимо выполнять с помощью кусочно-полиномиальной модели.

$$\begin{cases} \hat{y} = 8,0976t^2 - 172,75t + 1818, & \text{при } t = \overline{1,15} \\ \hat{y} = -5,625t^2 - 7,825t + 601,7, & \text{при } t = \overline{15,21} \end{cases}$$

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мордовия: Стат.ежегодник/Мордовиястат.- Саранск, 2012. – 376 с.