



УДК 656.7.025

DOI: 10.31799/2007-5687-2020-3-18-24

СРАВНЕНИЕ ПРОГНОЗОВ ПАССАЖИРОПОТОКА В АЭРОПОРТУ ПУЛКОВО С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ STATISTICA

Н. Д. Лепешкина, С. А. Андронов

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассматриваются модели и методы прогнозирования временных рядов. Представлены этапы разработки прогноза. Продублирован прогноз общего пассажиропотока в аэропорту Пулково в программе STATISTICA.

Ключевые слова: прогнозирование, временные ряды, пассажиропоток, аэропорт, модели и методы прогнозирования, нейронная сеть, метод Хольта-Винтерса, ARIMA.

Для цитирования:

Лепешкина Н. Д., Андронов С. А. Сравнение прогнозов пассажиропотока в аэропорту Пулково с помощью методов прогнозирования в программе STATISTICA // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(25), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП. - 2020 – с. 18-24. РИНЦ.

COMPARISON OF PASSENGER TRAFFIC FORECASTS AT PULKOVO AIRPORT USING FORECASTING METHODS IN THE STATISTICA PROGRAM

N. D. Lepeshkina, S. A. Andronov Saint - Petersburg State University Aerospace Instrumentation

The article deals with models and methods of forecasting time series. The stages of forecast development are presented. The forecast of the total passenger traffic at Pulkovo airport is presented using three methods.

Keywords: forecasting, time series, airport, models and methods of forecasting, neural network, winters method, ARIMA.

For citation:

Lepeshkina N. D., Andronov S. A. Comparison of passenger traffic at Pulkovo airport using forecasting methods in the STATISTICA program // System analysis and logistics.: №3(25), ISSN 2007-5687.– Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2020 – p. 18-24.

Введение

Задача прогнозирования временных рядов является одной из ключевых не только в экономике, но также в финансовом планировании, управлении, оптимизации объемов производства и контроля на складах. В любой области деятельности, которую можно связать с наблюдениями и измерениями, установленными во времени, можно применить методы прогнозирования временных рядов.

Исходя из прогноза пассажиропотока рассчитывается количество авианаправлений как внутри страны, так и международные перелеты. Составляется расписание вылетов и прилетов с учетом запроса пассажиров в разные периоды года. Учитывается количество перевозимого багажа и соответственно рассчитывается количество руководящего и обслуживающего персонала аэропорта. С учетом прогноза развивается вся структура аэропорта, рассчитывается инвестиции в развитие. Упорядоченная и четкая работа всех зон аэропорта, оказание качественных бытовых услуг, рентабельность авианаправлений напрямую зависят от прогноза пассажиропотока.

Таким образом, задача прогнозирования пассажиропотока аэропорта направлена на повышение его пропускной способности и качества обслуживания пассажиров.

В качестве объекта исследований был выбран аэропорт Пулково и динамика пассажиропотоков на внутренних и международных направлениях. Было разработано несколько моделей прогнозирования временных рядов пассажиропотока в аэропорту Пулково: метод Винтерса, ARPPS авторегрессионной скользящей средней и так же нейросеть. Эти исследования проводились при



использовании программы STATISTICA.

Основная часть

Этапы разработки прогноза:

1. Сформулировать задачи прогноза (выявить объект исследования, период времени), поставить конкретные цели, задачи, выявить проблемы исследования, а также определить методы решения данных проблем.
2. Путем системного анализа построить исходную модель.
3. Собрать данные различными методами исследования, построить динамические ряды показателей.
4. Сделать сравнение на основе соотношения старых данных с новыми полученными данными. В случае ухудшения прогноза повторить данный цикл. В случае улучшения прогноз должен быть таким же непрерывным, как управление и дать более эффективный результат.

Нейросетевые модели

Согласно работе [1] нейронные сети – модели биологических нейронных сетей мозга, где нейроны моделируются простыми искусственными нейронами. Искусственный нейрон – аналогия биологического нейрона, формирующий выходной сигнал, зависящий от попадающих сигналов на его входы. Нейрон описывается настоящим состоянием и имеет несколько синапсов (соединение среди двух нейронов): однонаправленные входные связи и соединенные с выходами других нейронов [2]. В нейроне присутствует аксон – выход данного нейрона на синапсы последующих нейронов.

Отличительным свойством синапса является размер его синаптической связи, то есть вес w_i . Положение нейрона можно определить, сложив его входы:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i + w_0, \quad (1)$$

где w_0 – коэффициент смещения нейрона(порог); w_i – вес синапса; x_i – входные сигналы.

Нейронные сети применяются для решения разных задач таких как: прогнозирование, формирование ассоциативной памяти, исследование цифровых и аналоговых сигналов и т.д.

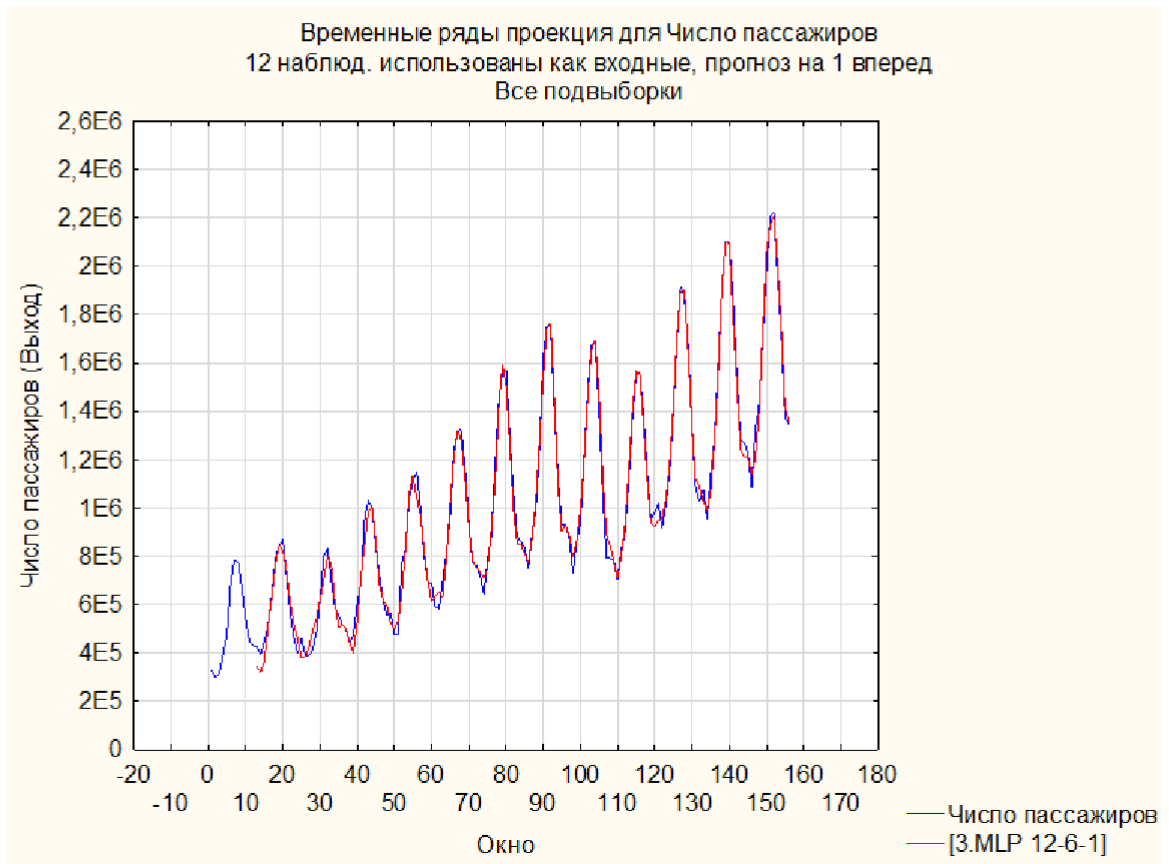


Рис. 1. Прогноз с помощью нейронных сетей

Экспоненциальное сглаживание (Метод Хольта–Винтерса)

Метод Хольта - Винтерса содержит сезонную компоненту (период) в отличие от двойного экспоненциального сглаживания. Метод Хольта – Винтерса различает две модели: аддитивную и мультипликативную. Данный метод (либо экспоненциальное сглаживание с тремя параметрами) состоит из четырех уравнений [3,6]:

- сглаживание исходного ряда:

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}); \quad (2)$$

- сглаживание тренда

$$T_t = \delta \frac{y_t}{L_t} + (1-\delta)T_{t-s}; \quad (3)$$

- оценка сезонности (значение тренда)

$$S_t = \delta \frac{y_t}{L_t} + (1-\delta)S_{t-s}; \quad (4)$$

- прогноз на p периодов вперед

$$y_{t+p}^* = (L_t + pT_t)S_{t-s+p}, \quad (5)$$



где L_t – сглаженное значение ряда; α – параметр сглаживания данных; y_t – фактическое значение показателя для периода t ; γ – параметр сглаживания для оценки S_t – оценка сезонности; p – количество периодов, сезонности; на которые строится прогноз.

Согласно работе [4] данный метод способствует построить прогнозы на длительные отрезки времени. Данные прогноз должен получиться наиболее точным, так как он использует разные факторы прогнозирования.

Применение данного метода:

- стратегическое планирование: использование тренда способствует рассмотреть поднимающую или падающую динамику анализируемого события.
- оперативное планирование: полученная сезонная компонента способствует сообщить о ненормальном распределении величин по месяцам по расположению к данной динамике.
- тактическое планирование: применяется при обнаружении высоких спадов и при выявлении крупных спадов и подъемов своевременно.

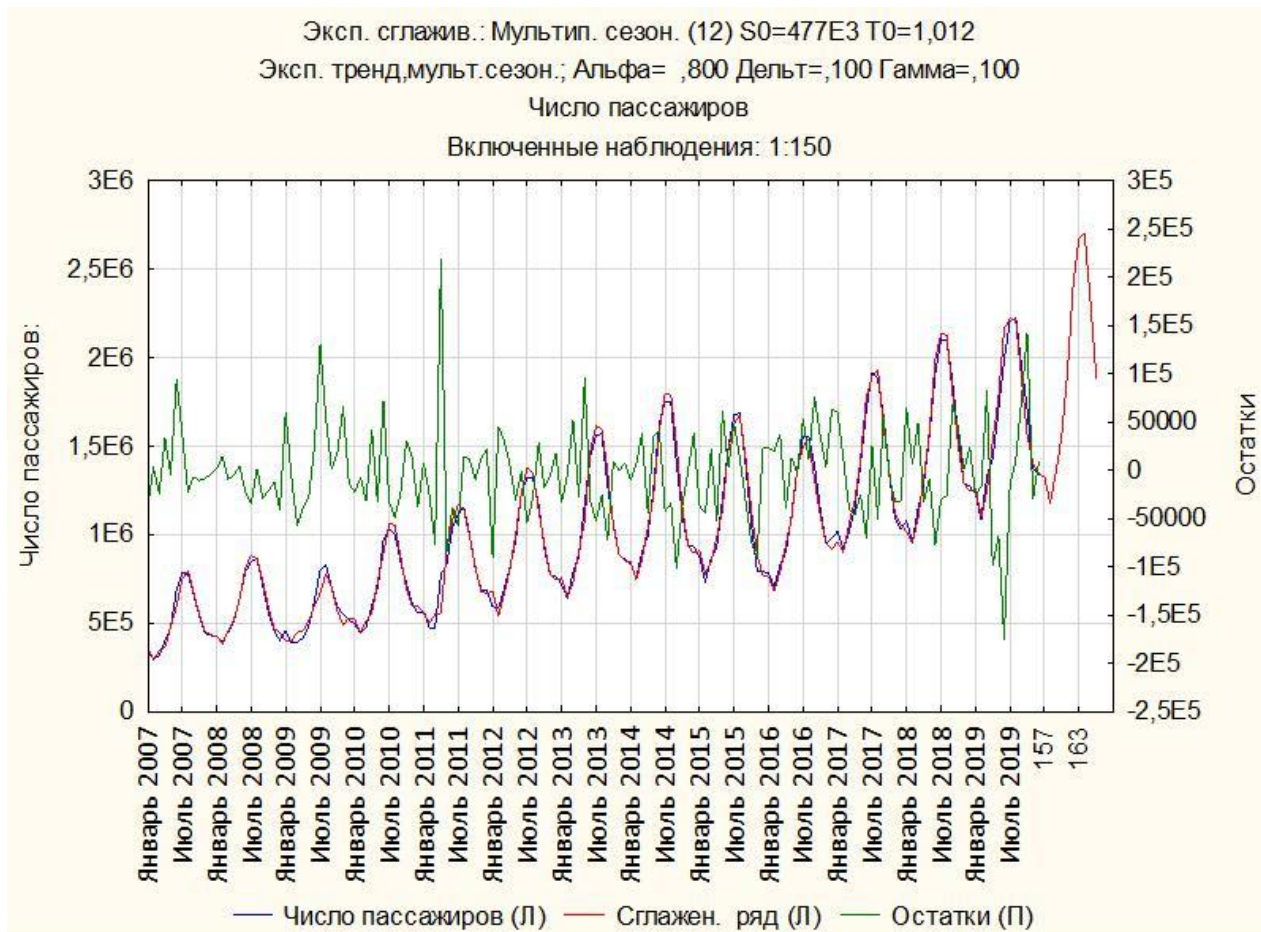


Рис. 2. Прогноз методом Хольта-Винтерса

Модель ARIMA

Модель авторегрессии и скользящего среднего (ARMA) – математическая модель, которая применяется для исследования и прогнозирования стационарных временных рядов в статистике [5]. Если наш ряд является нестационарным, то использует другая модель – модель Бокса Дженкинса - ARIMA. Единственным различием данной модели от ARMA заключается в том, что в ней



рассматривается приращение Δ^d . Основным отличием формулы модели ARIMA от формулы ARMA заключается в приращении ряда:

$$\Delta^d x_k = c + \varepsilon_k + \sum_{i=1}^p a_i \cdot x_{k-i} + \sum_{i=1}^q b_i \varepsilon_{k-i}, \quad (6)$$

где Δ^d – оператор разности временного ряда d ; c, a_i, b_i – параметры модели.

Данная модель считается расширенной моделью ARMA нестационарных временных рядов, которые можно преобразовать в стационарные благодаря разности порядков от начального ряда.

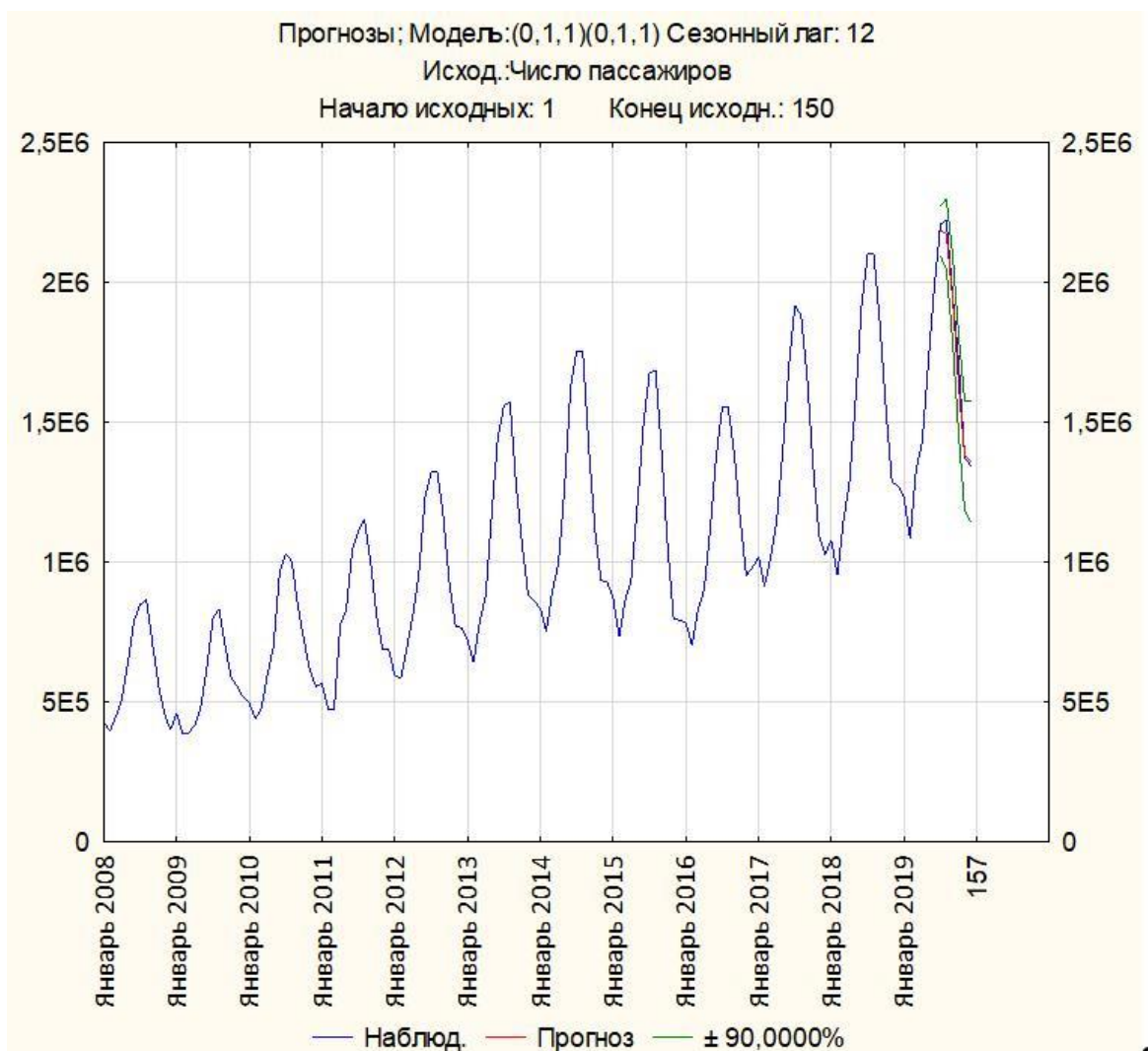


Рис. 3. Прогноз методом ARIMA



Таблица 1 – Ошибки прогноза

Месяц	Фактический пассажиропоток	Нейросеть (12x6x1)	Винтерс (альфа = 0,8 Дельта = 0,1 Гамма= 0,1)	ARIMA
Июль 2019	936759	935459	991705	932571
Август 2019	954181	926692	965915	947730
Сентябрь 2019	852546	829145	829420	860759
Октябрь 2019	670981	632753	621959	700016
Ноябрь 2019	424519	450751	450012	571753
Декабрь 2019	404131	432624	413315	429116
Ошибка прогноза		1,7%	2,6%	1,6%

По таблице 1 наблюдаем, что во всех трех методах ошибки не такие большие. Но самая минимальная ошибка получилась в модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA).

Заключение

Задача прогнозирования временных рядов актуальна для многих видов деятельности и представляет собой неотделимую часть повседневной работы многих компаний. Прогнозирование временных рядов основывается в построении модели для предсказания будущих событий, основываясь на фактические события прошлого.

В ходе работы выявили, что существует несколько методов и моделей прогнозирования временных рядов. Выполнили сравнение прогноза пассажиропотока в аэропорту Пулково на 6 месяцев по всем трем методам. Выбрали наилучшую модель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лыцлов Н.А., Мартышкин А.И. Нейронные сети: применение и перспективы//Научное обозрение. Педагогические науки. - 2019. - № 3-2. С. 35-38.
2. Электронная библиотека. Часть 1. Элементы нейробиологии с позиции аппаратной реализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wm-help.net/books-online/print-page/25102/25102-2.html> (дата обращения: 28.03.2020).
3. Андронов С.А. Компьютерная обработка результатов эксперимента: лабораторный практикум/СПб.: ГУАП,2020. – 125с.
4. Поздняков А.С. Применение метода Хольта-Винтерса при анализе и прогнозировании динамики временных рядов.
5. Модель авторегрессии – скользящего среднего [Электронный ресурс] / Википедия. Переиздание. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru/> (дата обращения: 06.04.2020).
6. Майоров Н. Н. Системный анализ / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, В.Е. Таратун, В.А. Романек. СПб.: ГУАП, 2016. –137 с.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Lepeshkina Natal'ya Dmitrievna –

студент кафедры системного анализа и логистики

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: Natasha_28021998@mail.ru

Андронов Сергей Александрович –

к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: andronov_00@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lepeshkina Natal'ya Dmitrievna –

student of the system analysis and logistics department Saint-

Petersburg State University of Aerospace Instrumentation SUAI,

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia E-

mail: Natasha_28021998@mail.ru

Andronov Sergej Aleksandrovich –

PhD in Technical Sciences

Saint-Petersburg state University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: andronov_00@mail.ru