

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра _____ математической экономики

«Ряды динамики продаж автомобилей»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки _____ 4 _____ курса 441 _____ группы

направление _____ 09.03.03 — Прикладная математика и информатика

_____ механико-математического факультета

_____ Мамедовой Фаины Руслановны

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н. _____

_____ В.В. Новиков

Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор _____

_____ С.И. Дудов

Введение. В последние годы в Российской Федерации по ряду причин наблюдаются невысокие показатели экономического роста, хотя по своему типу ее экономика ближе к экономикам развивающихся стран, для которых характерен достаточно быстрый рост. Состояние автомобильной промышленности и автомобильного рынка является важным показателем уровня экономического развития национальной экономики. В силу данного обстоятельства изучение особенностей развития этих отраслей приобретает особое значение в свете поиска путей преодоления негативных тенденций. Этим определяется актуальность настоящей работы, которая посвящена изучению рядов динамики объемов продаж автомобилей внутри России и за ее пределами.

Целью работы является построение эконометрических моделей временных рядов, отражающие изменчивость во времени объемов продаж автомобилей в РФ и за рубежом, а также их прогнозирование. В рамках достижения этой цели решались следующие задачи:

- сделать обзор методов построения регрессионных моделей временных рядов на основе учебной и монографической литературы;
- изучить возможности эконометрической программы Gretl для работы с такими моделями;
- по материалам научной периодики ознакомиться со спецификой рынка автомобилей в условиях Российской Федерации и некоторых других стран;
- на основе реальных данных построить регрессионные модели соответствующих временных рядов для предсказания объемов продаж автомобилей в пределах некоторого горизонта прогнозирования.

В первом разделе рассматриваются математические основы анализа временных рядов, прежде всего тех, которые используются в дальнейшем для работы с реальными экономическими данными. Второй раздел посвящен анализу рядов динамики продаж автомобилей за 2006-2019 годы в России и группе зарубежных стран. При выборе состава анализируемых стран учитывалось условие, состоящее в том, что должны быть представлены как страны с развитой экономикой (США, Канада, Южная Корея), так и с развивающейся (РФ, Аргентина). Построены и оценены эконометрические модели соответствующих временных рядов и проведен анализ результатов моделирования по каждой группе стран. На основе построенных моделей проведено прогно-

зирование объемов продаж на 2019 год. **Основное содержание работы.** Эконометрическую модель можно построить, используя два типа исходных данных:

- данные, характеризующие совокупность различных объектов в определенный момент времени ;
- данные, характеризующие один объект за ряд последовательных моментов времени.

Модели, построенные по данным первого типа, называются пространственными моделями. Модели, построенные на основе второго типа данных, называются моделями временных рядов.

Временной ряд — это совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов или периодов времени. Каждый уровень временного ряда формируется под воздействием большого числа факторов, которые условно можно подразделить на 3 группы:

- факторы, формирующие тенденцию ряда;
- факторы, формирующие циклические колебания ряда;
- случайные факторы.

При различных сочетаниях этих факторов зависимость уровней ряда от времени может принимать разные формы. Во-первых, большинство временных рядов экономических показателей имеют тенденцию, характеризующую совокупное долговременное воздействие множества факторов на динамику изучаемого показателя. По всей видимости, эти факторы, взятые в отдельности, могут оказывать разнонаправленное воздействие на исследуемый показатель. Однако в совокупности они формируют его возрастающую или убывающую тенденцию. Во-вторых, изучаемый показатель может быть подвержен циклическим колебаниям. Эти колебания могут носить сезонный характер, поскольку экономическая деятельность ряда отраслей зависит от времени года (например, цены на сельскохозяйственную продукцию в летний период выше, чем в зимний; уровень безработицы в курортных городах в зимний период выше по сравнению с летним). При наличии больших массивов данных за длительные промежутки времени можно выявить циклические колебания, связанные с общей динамикой конъюнктуры рынка, а также с фазой бизнес-цикла, в которой находится экономика страны.

Некоторые временные ряды не содержат тенденции и циклическую компоненты, а каждый следующий их уровень образуется как сумма среднего уровня ряда и некоторой (положительной или отрицательной) случайной компоненты. Чаще всего модели содержат все три компоненты. Каждый их уровень формируется под воздействием тенденции, сезонных колебаний и случайной компоненты.

В большинстве случаев фактический уровень временного ряда можно представить как сумму или произведение трендовой, циклической и случайной компонент. Модель, в которой временной ряд представлен как сумма перечисленных компонент, называется аддитивной моделью временного ряда. Модель, в которой временной ряд представлен как произведение перечисленных компонент, называется мультипликативной моделью временного ряда. Основная задача эконометрического исследования отдельного временного ряда — выявление и придание количественного выражения каждой из перечисленных выше компонент, с тем чтобы использовать полученную информацию для прогнозирования будущих значений ряда или при построении моделей взаимосвязи двух или более временных рядов.

Известно несколько подходов к анализу структуры временных рядов, содержащих сезонные или циклические колебания. Простейший подход - расчет значений сезонной компоненты методом скользящей средней и построение аддитивной или мультипликативной модели временного ряда.

Общий вид аддитивной модели следующий:

$$Y = T + S + E.$$

Эта модель предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как сумма трендовой T , сезонной S и случайной E компонент. Общий вид мультипликативной модели выглядит так:

$$Y = T \cdot S \cdot E.$$

Данная модель предполагает, что каждый уровень временного может быть представлен как произведение трендовой T , сезонной S и случайной E компонент. Выбор одной из двух моделей проводится на основе анализа

структуры сезонных колебаний. Если амплитуда колебаний приблизительно постоянна, строят аддитивную модель временного ряда, в которой значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов. Если амплитуда сезонных колебаний возрастает или уменьшается, строят мультипликативную модель временного ряда, которая ставит уровни ряда в зависимость от значений сезонной компоненты.

Выявление и устранение сезонного эффекта используются в двух направлениях. Во-первых, воздействие сезонных колебаний следует устранять на этапе предварительной обработки исходных данных при изучении взаимосвязи нескольких временных рядов. Поэтому в российских и международных статистических сборниках часто публикуются данные, в которых устранено влияние сезонной компоненты (если это ежемесячная или квартальная статистика). Во-вторых, выявление сезонного эффекта производится в анализе структуры одномерных временных рядов с целью прогнозирования уровней ряда в будущие моменты времени.

Gretl — программа для регрессионного и эконометрического анализа данных, а также для обработки временных рядов. Основными возможностями программной среды, являются:

- Оценивание параметров с помощью метода наименьших квадратов (OLS), метода максимального правдоподобия (ML), обобщённого метода моментов (GMM) и др.
- Выделение сезонности при помощи встраиваемых пакетов X-12-ARIMA и TRAMO/SEATS (Time series Regression with ARIMA noise, Missing values and Outliers / Signal Extraction in ARIMA Time Series)
- Модели временных рядов: авторегрессия скользящего среднего (ARMA), авторегрессия интегрированного скользящего среднего (ARIMA), обобщённая авторегрессия условной гетероскедастичности (GARCH), векторная авторегрессия (VAR), векторная модель коррекции ошибок (VECM) и др.
- Модели с ограниченными зависимыми переменными: логит (logit), пробит (probit), тобит (tobit), интервальная регрессия и др.
- Вывод моделей в формате LaTeX.

- Скриптовый язык сценариев с поддержкой циклов для реализации метода Монте-Карло и итерационных процедур оценки.
- Создание графиков с помощью Gnuplot.
- Интеграция с GNU R, GNU Octave и Oх для дальнейшего анализа данных.
- Французская, итальянская, испанская, польская, немецкая, баскская, португальская, русская, турецкая и чешская локализация.

Примером временного ряда, который может быть описан с использованием аддитивной модели с тенденцией и сезонностью, является временный ряд объёма продаж автомобилей в различных странах мира. Исходным материалом для исследования были выбраны данные с сайта www.auto.vercity.ru. Используем данные по объёму продаж за период 2006-2019г. и составим таблицу исходных данных.

№	Название переменной	Описание
0	const	
1	Russia	
2	Canada	
3	Argentine	
4	USA	
5	SouthKorea	
6	time	
7	time2	= квадрат time
8	time3	
9	sq_time2	= квадрат time2

Ежемесячные: Полный диапазон 2006:01 - 2019:07

Рисунок 1 — Исходные данные

Требовалось, используя данные за 2006-2018 год, составить прогноз объёма продаж автомобилей на первую половину 2019 года для стран с развитой и развивающейся экономикой.

При этом были использованы следующие следующие методы прогнозирования :

- построение полиномиальной модели тренда;

- анализ сезонности с применением коррелограммы;
- применение метода авторегрессии;

В результате анализ были получены, в частности, следующие регрессионные модели:

Для России

$$y = 203255 - 323,553t;$$

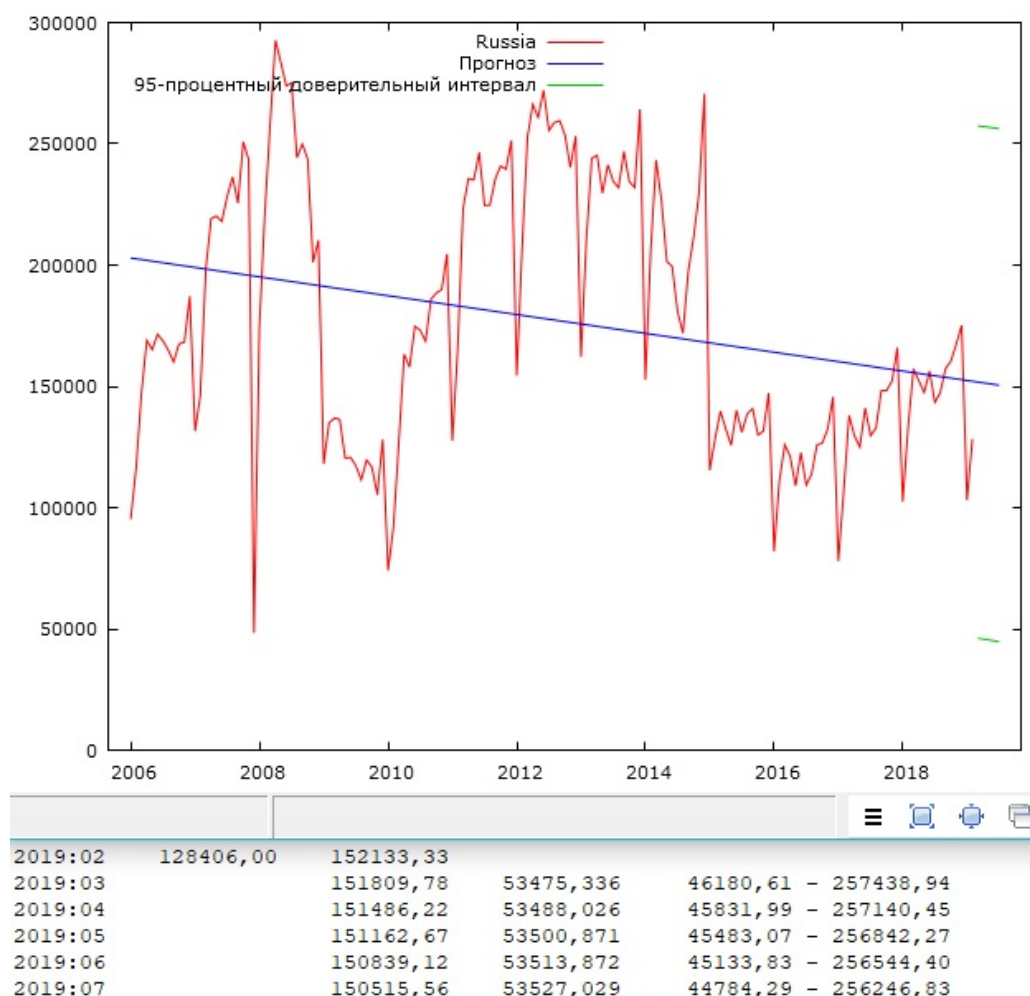


Рисунок 2 — Результаты прогнозирования временного ряда Russia

Для Аргентины

$$y = 33949,5 - 463,584t;$$

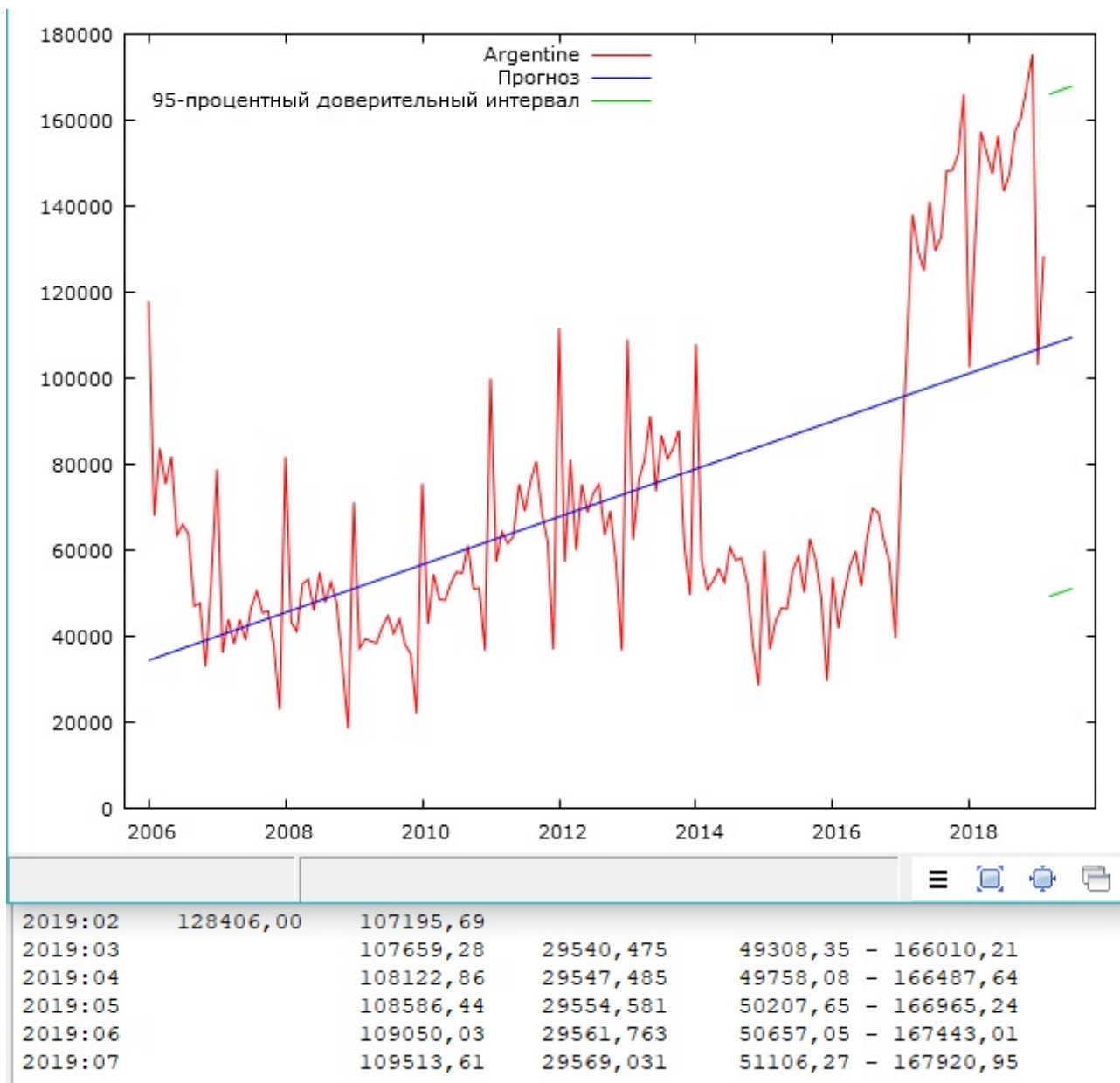
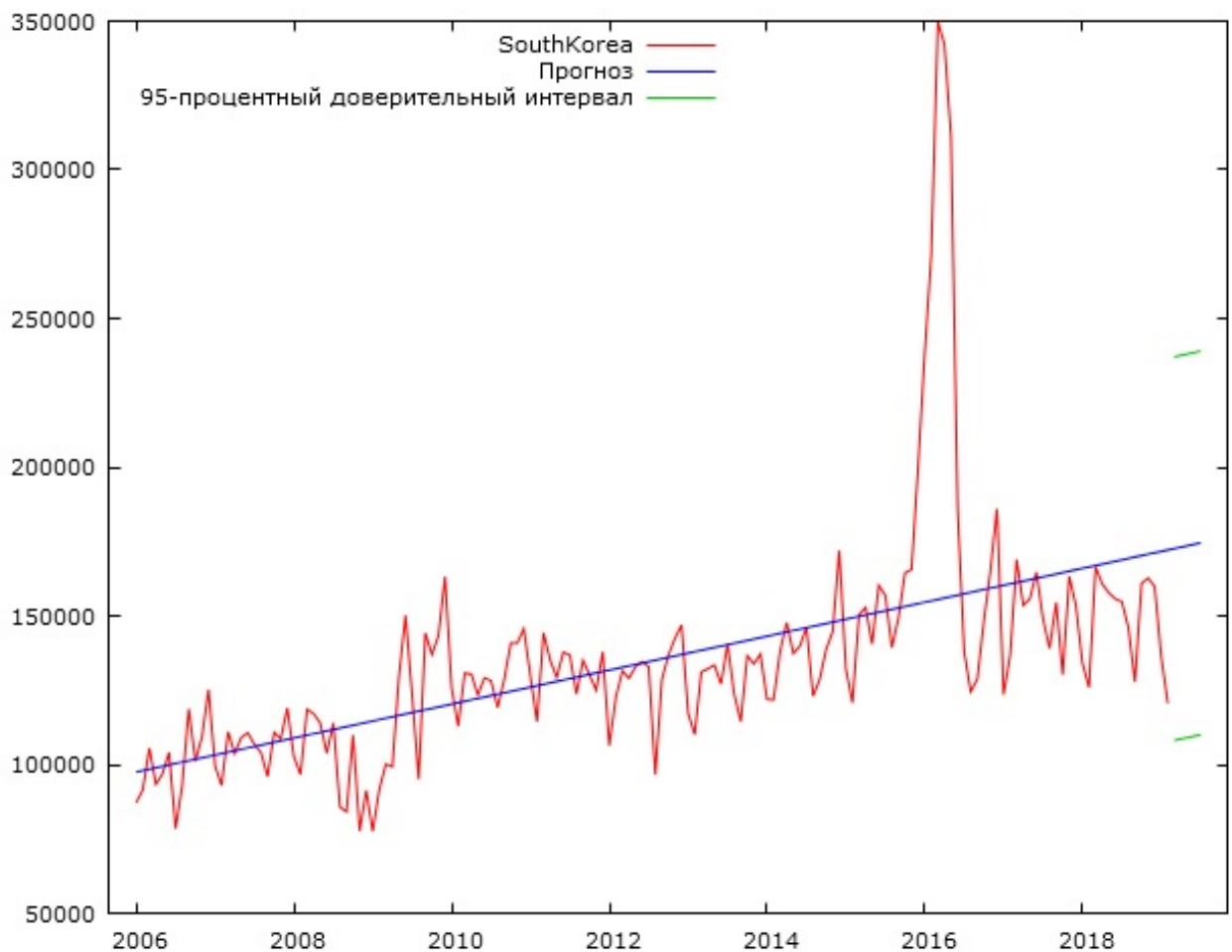


Рисунок 3 — Результаты прогнозирования временного ряда Argentine

Для Южной Кореи

$$y = 97081,4 - 475,323t;$$



Year	Actual	Forecast	Lower Bound	Upper Bound
2019:02	120617,00	172182,39		
2019:03		172657,71	32633,555	108197,06 - 237118,36
2019:04		173133,03	32641,299	108657,08 - 237608,98
2019:05		173608,36	32649,138	109116,92 - 238099,79
2019:06		174083,68	32657,072	109576,57 - 238590,78
2019:07		174559,00	32665,100	110036,04 - 239081,97

Рисунок 4 — Результаты прогнозирования временного ряда SouthKorea

Для США

$$y = 1,10604e - 2317,92t;$$

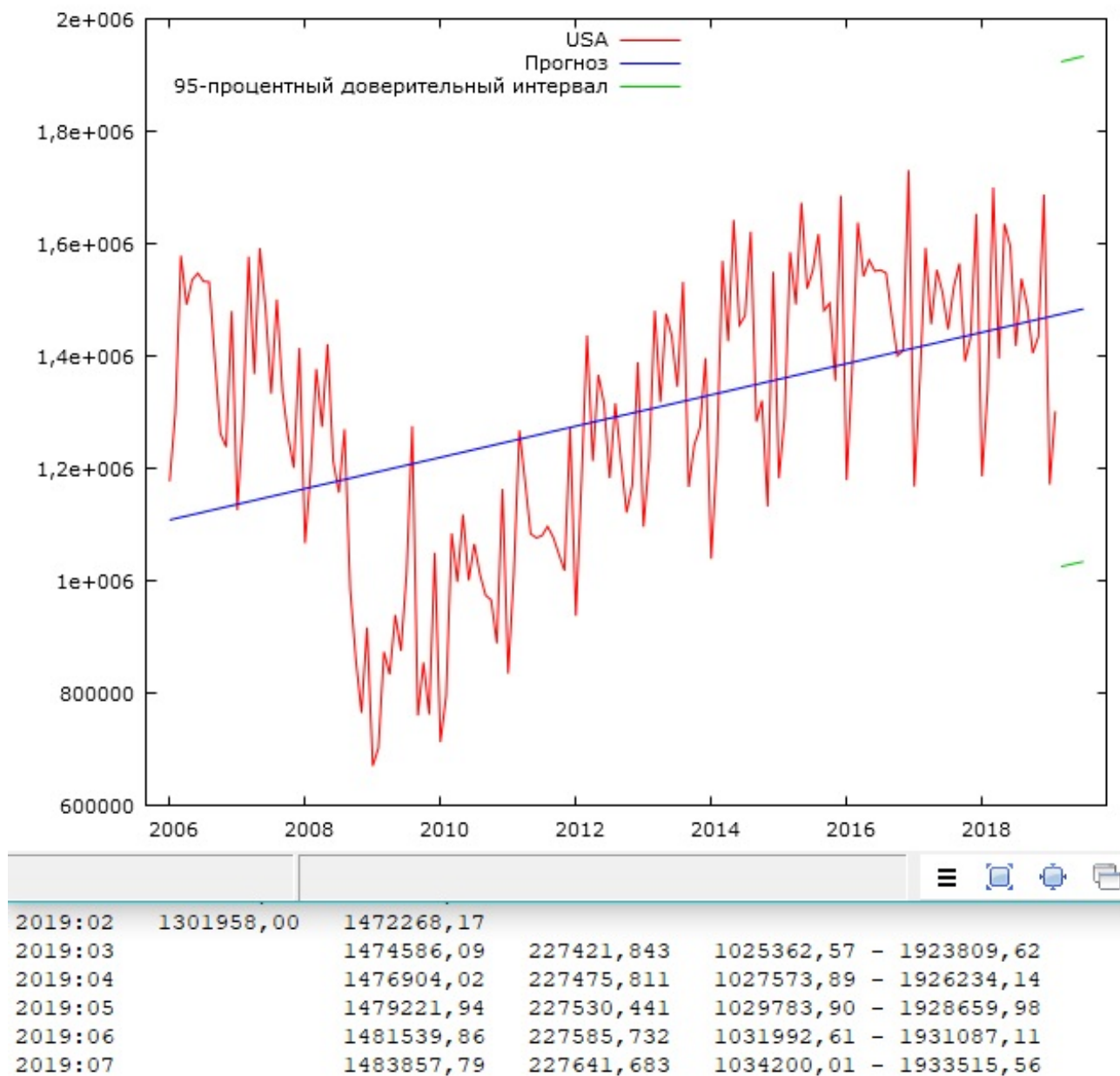
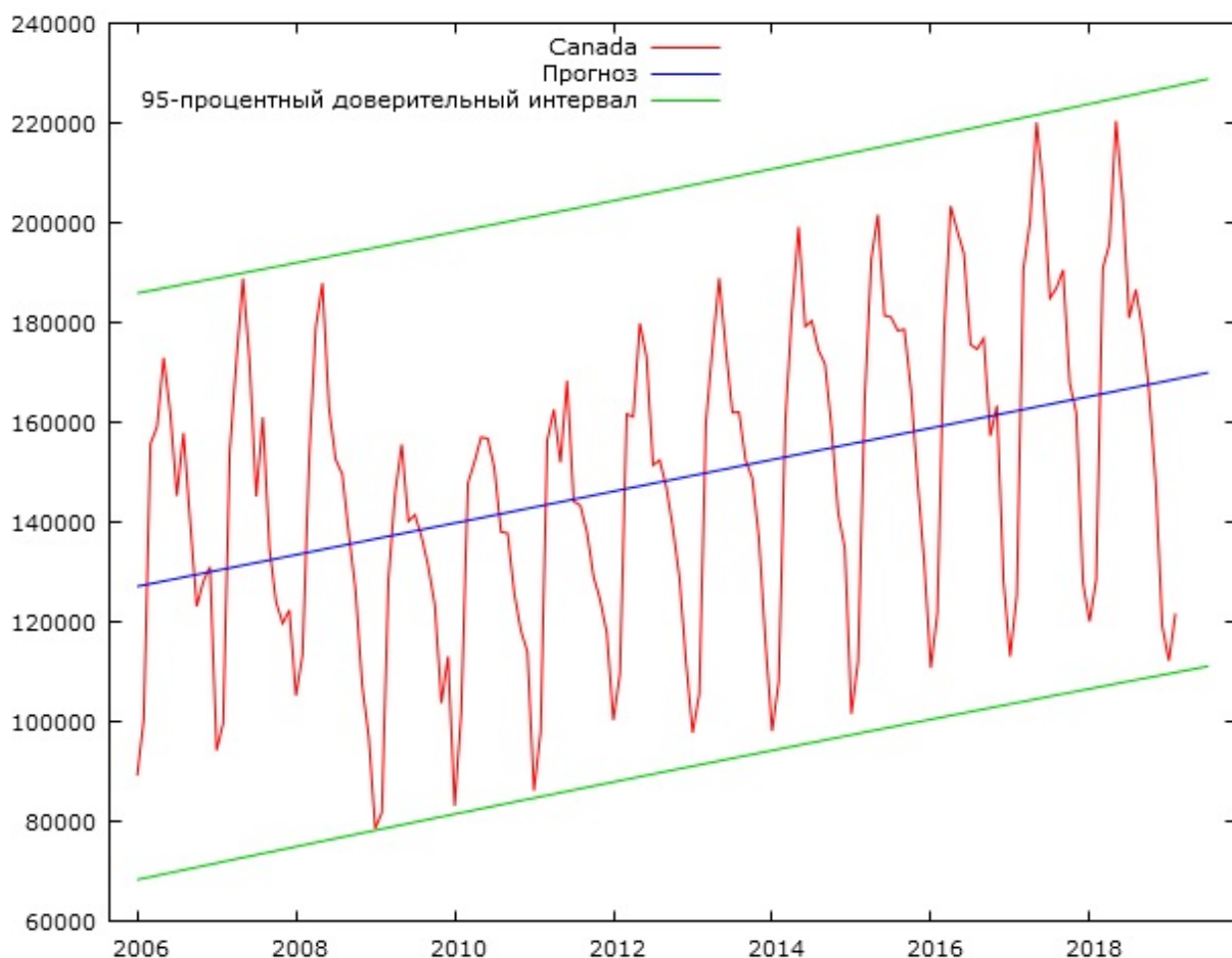


Рисунок 5 — Результаты прогнозирования временного ряда USA

Для Канады

$$y = 126845 + 264,578t;$$



2019:02	121708,00	168647,95	29760,765	109861,88	- 227434,01
2019:03		168912,53	29767,742	110112,68	- 227712,38
2019:04		169177,10	29774,806	110363,30	- 227990,91
2019:05		169441,68	29781,957	110613,76	- 228269,61
2019:06		169706,26	29789,194	110864,04	- 228548,48
2019:07		169970,84	29796,517	111114,15	- 228827,53

Рисунок 6 — Результаты прогнозирования временного ряда Canada

Полученные в ходе моделирования временных рядов данные показали устойчивый уровень продаж в странах с развитой экономикой и резкий подъем продаж в последние годы в странах с развивающейся экономикой.

Заключение. В настоящей выпускной квалификационной работе рассмотрены теоретические и практические аспекты анализа временных рядов, связанных с продажами автомобилей в РФ и за рубежом. Был выполнен эконометрический анализ данных по продажам за 2006-2019 годы в крупных странах, представляющих группу развитых: США, Канада, Южная Корея и группу развивающихся: Россия и Аргентина. Основные выводы.

1. В группе развитых стран была выявлена более отчетливая сезонность продаж, в то время как в другой группе сезонность была выражена существенно слабее и в целом ряды носили более «хаотический» характер.

2. При прогнозировании с помощью авторегрессионной модели на вторую половину 2019 года результаты для двух групп получились схожими: ожидается спад продаж, причем этот спад более заметен в группе развитых стран.