

УДК 004.942

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ АВТОМОБИЛЕЙ РОССИЙСКИХ
АВТОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Р. А. Жуков

*Магистрант,
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
Березниковский филиал,
г. Березники, Пермский край, Россия*

**PROGNOSTICATION OF CARS MADE IN RUSSIA SALES
IN RUSSIAN FEDERATION BY REGRESSION-DIFFERENTIAL MODELS**

R. A. Zhukov

*Undergraduate student,
Perm National Research Polytechnic University,
Berezniki branch,
Berezniki, Perm Region, Russia*

Abstract. The article is about Russian automotive manufacturers sales. The relevance of the work lies in the study of the dynamics of Russian cars sales volumes in Russian Federation depended of various factors. Two multi-factor models of the dynamics of sales was built. These ones depends of environmental factors and population, average income per capital, price of fuels, inflation, and the policy of car manufacturers such as the pricing and activity of the company. Possibility of multivariate linear models and regression differential models using was not confirmed. Forecast of sales volumes of cars by regression-differential model is a result of the work.

Keywords: cars; sales volume; linear multifactor model; regression-differential model; forecasting.

За последние десять лет на российском автомобильном рынке происходят разные изменения, которые так или иначе связываются с объемом продаж автомобилей. На объем продаж влияют не только политика автомобильных заводов, но также сложившиеся экономические и политические изменения в каждом отчетном периоде.

Для построения модели и прогноза динамики продаж автомобилей были выбраны три основных национальных автомобильных завода: «АвтоВАЗ», «ГАЗ» и «УАЗ».

Основными факторами, влияющими на объемы продажи автомобилей, выбраны:

- Численность населения – потребителями в сфере автомобильного рынка является физическое лицо, поэтому данный фактор оказывает на объемы продаж существенные изменения, данные

ряды были полечен с сайта Всемирного банка [1];

- Доходы на душу населения – является основным источником для приобретения автомобиля, темпы изменения которых влияют на продажи, данные взяты с сайта Росстата Российской Федерации [5].
- Цены на топливо – в виду того что любому автомобилю так или иначе требуется топливо (бензин, дизельное топливо, газ) цена на него может оказать влияние на решение человека о покупке автомобиля, что отражается на объеме продаж автомобилей.
- Темп инфляции – изменение темпов инфляции характеризует состояние экономики. Если темпы инфляции растут, то это говорит о кризисных явлениях, если инфляция низкая, то экономика развивается нормально в этом случае может наблюдаться рост объемов продаж автомобилей. Данные

получены с сайта «Уровень инфляции в России» [8].

- Ценообразование – изменение цен на автомобили. Данные для этого фактора были получены путем усреднения рыночных цен.
- Активность компании на рынке – любые виды активности компаний,

такие как рекламные компании по продвижению товара, акции по стимулированию продаж, скидки и т. п. также может сказаться на продажи. Данные для временного ряда были рассчитаны исходя из данных представленных в таблице 1.

*Таблица 1***Элементы продвижения товара**

Элементы продвижения товара на рынке	Процент важности (%)
Рассылки рекламы почтой и печать в прессе	39
Демонстрация товара по теле и радио вещанию	24
Акции по стимулированию продаж	19
Прочие виды продвижения товара	18
ИТОГО:	100

В качестве критерия выберем объемы продаж автомобилей российского производства на рынке Российской Федерации (РФ) согласно информации, предоставленной комитетом автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса (АЕБ) [6]. Факторы и критерий нормируем для исключения влияния размерности. Путем оценки межфакторной корреляции выяснили, что высокую степень корреляции имеет фактор «доход в среднем на душу населения» с фактором «численность населения», если его исключить из линейной модели результат останется неизменным.

После проведения нормирования и анализа корреляции факторов построили линейную многофакторную модель (ЛММ) для прогнозирования динамики развития нашего объекта и проверили ее возможности при помощи постпрогноза (рис. 1). Можно сделать следующий вывод: ЛММ на прогнозирование не способна, так как на модели с постпрогнозом за один год погрешность прогнозирования превысила 40 %.

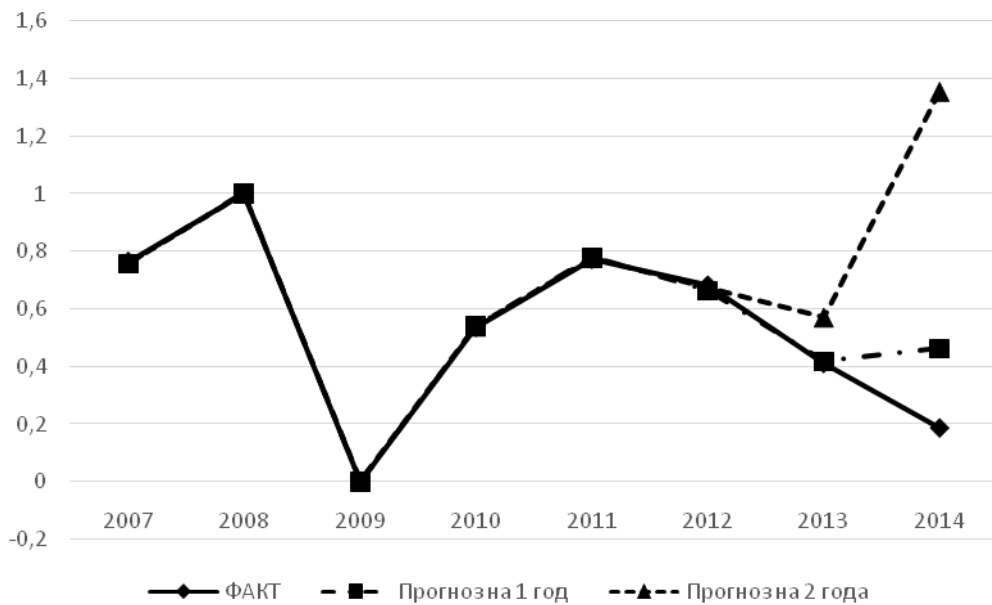


Рис. 1– График линейной модели

В соответствии с выводами из [9], хорошую возможность прогнозирования дают регрессионно-

дифференциальные модели (РДМ). Построим РДМ 1-го порядка:

$$\begin{aligned}
 \frac{dy(t)}{dt} = & a + b \cdot y(t) + \\
 & + \sum_{i=1}^m c_i \cdot x_i(t) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m d_{ij} \cdot x_i(t) \cdot x_j(t) + \\
 & + \sum_{i=1}^m f_i \cdot [x_i(t)]^2
 \end{aligned} \tag{1}$$

где g_i – коэффициенты влияния младших производных; a – константа, описывающая влияние одной n -й производной реакции при построении тренда; b – коэффициент «обратной связи», описывающий влияние значения реакции на ее же n -ю производную; c_i – коэффициенты влияния факторов; $d_{ij}; i \neq j$ – коэффициенты взаимного влияния факторов;

$f_i \equiv d_{ij}$ – коэффициенты влияния квадратов факторов.

В программном средстве [10] совместно определим коэффициенты РДМ и моменты воздействия факторов на систему:

- Численность населения – представляет собой значения взятое в начале года, которое действовало до конца года;
- Доходы на душу населения – взятое значение используется на протяжении всего года;

- Цены на топливо – значение берется с начала года, и используется на протяжении всего года;
- Темп инфляции – взятое значение в начале года используется на протяжении всего года;
- Ценообразование – взятое значение используется на протяжении всего года;
- Активность компании на рынке – значение, взятое в конце года, действовавшее в течении года.

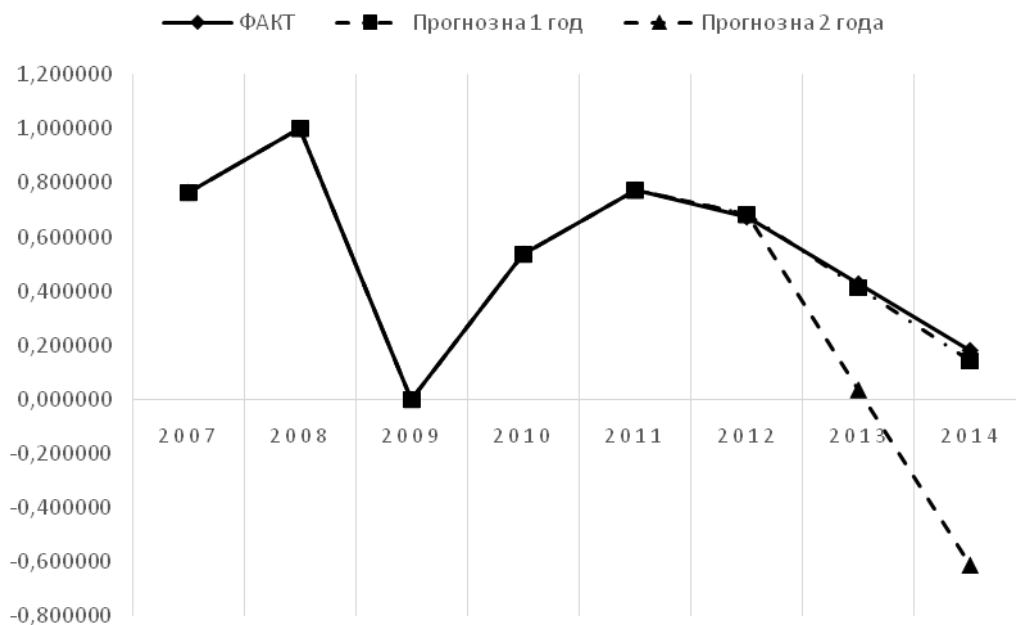


Рис. 2 – Иллюстрация качества постпрогнозов РДМ с начальной настройкой моментов воздействия факторов

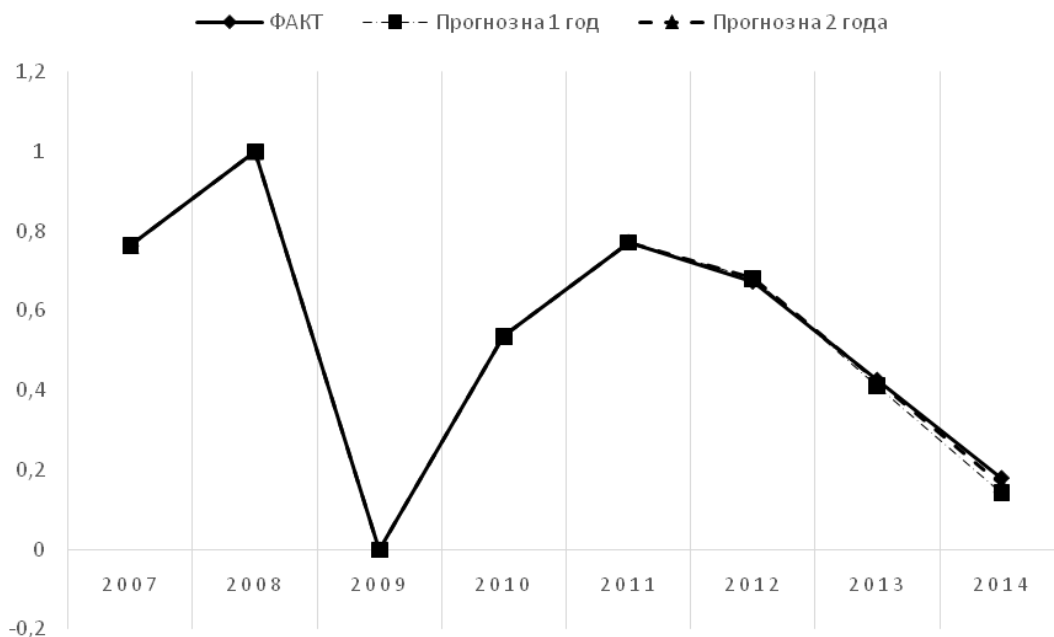


Рис. 3 – Иллюстрация качества постпрогнозов РДМ с подобранной интерполяцией факторов

По абсолютной величине коэффициентов можно сделать вывод о том, что управляемый фактор «Активность компании на рынке» x_6 взаимно с другими факторами оказывает наименьшее влияния на модель, самым влиятельным фактором оказывается управляемый фактор «Ценообразование» x_5 взаимно влияющий со всеми остальными факторами.

Проведем анализ прогнозирования динамики изменения продаж автомобилей путем изменения факторов в пределах от -5% до +5%. Прогнозирование использует-

ся для задач управления. Из числа всех факторов определим, какие факторы являются неуправляемыми – при изменении которых лица, принимающие решения (ЛПР), не в состоянии как-либо повлиять на динамику объемов продаж. В нашем случае выбраны факторы «Численность населения» (x_1) и «Темпы инфляции» (x_3). Определим, как будет изменяться динамика объемов продаж, в пределах изменения факторов $\pm 5\%$. Сведем все расчеты в табл. 2 и построим график изменения реакции объекта при изменении факторов.

Таблица 2

Зависимость критерия от изменения неуправляемых факторов

	Темпы инфляции - 5% (x_3)	Темпы инфляции - 0% (x_3)	Темпы инфляции +5% (x_3)
Численность населения -5% (x_1)	0,02041	0,1512	0,2935
Численность населения -0% (x_1)	0,07881	0,2096	0,3519
Численность населения +5% (x_1)	0,141	0,2718	0,414

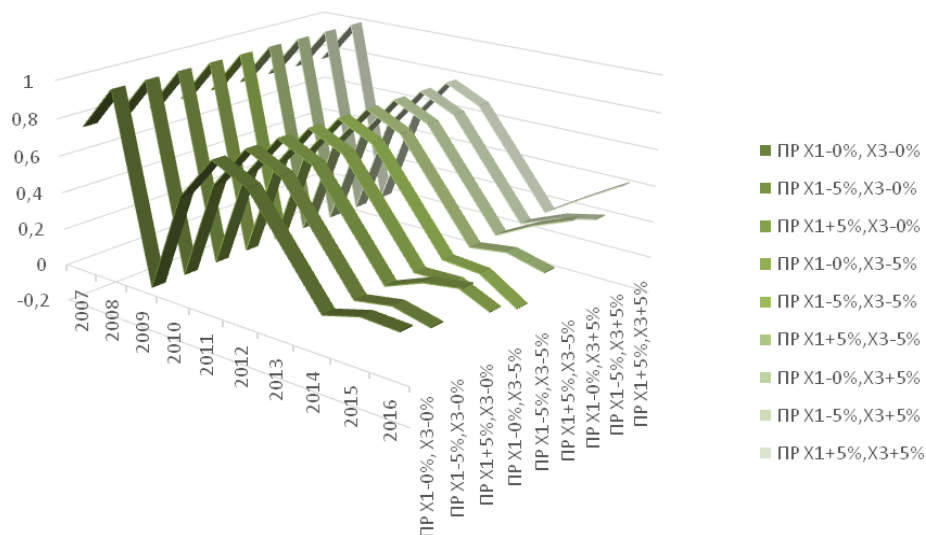


Рис. 4 – Исследование зависимости критерия от изменения неуправляемых факторов

Изменения факторов x_1 и x_3 может влиять на объект как отрицательно, так и положительно. Если уровень инфляции будет расти, и при этом уровень дохода населения будет соответствовать уровню инфляции то объёмы продаж будут расти, если же доходы населения будут расти не равномерно, то можно будет сказать о том, что возникает кризисное явление, которое так или иначе повлияет на объем продаж отрицательно. Объемы продаж вырастут и при увеличении населения.

Если обратится к табл. 2 то можно увидеть что в нашей модели присутствует два фактора, на значения которых могут влиять ЛПР, тем самым влиять на дина-

мику объемов продаж, так называемые управляемые факторы, это x_5 и x_6 , ценообразование и активность компании соответственно. Определим, как будет изменяться динамика объемов продаж, в пределах изменения факторов $\pm 5\%$, при наихудшей ситуации поведения неуправляемых факторов. По данным из табл. 13 можно определить один из наихудших сценариев поведения модели, когда численность населения сократится на 5 % и темпы инфляции снизятся на 5 % от предыдущего периода. Сведем все расчеты в табл. 3 и построим график изменения реакции объекта при изменении факторов.

Таблица 3

**Исследование зависимости критерия
от изменения управляемых факторов при $x_1 - 5\%$ и $x_3 - 5\%$**

	Активность компании на рынке - 5% (x_6)	Активность компании на рынке -0% (x_6)	Активность компании на рынке +5% (x_6)
Ценообразование -5% (x_5)	0,4497	0,4518	0,454
Ценообразование -0% (x_5)	0,01827	0,02041	0,02258
Ценообразование +5% (x_5)	-0,4458	-0,4437	-0,4415

Если обратить внимание на график, то можно увидеть отрицательную динамику при повышении цен на товар ЛПР, если же ЛПР снижат стоимость на товары, то и объём продаж также повысится. Если

держат цены без изменения, то можно увидеть увеличение объёмов продаж на 1–2 % в течение года. Фактор «активность компании на рынке» не особо влияет на динамику объёмов продаж.

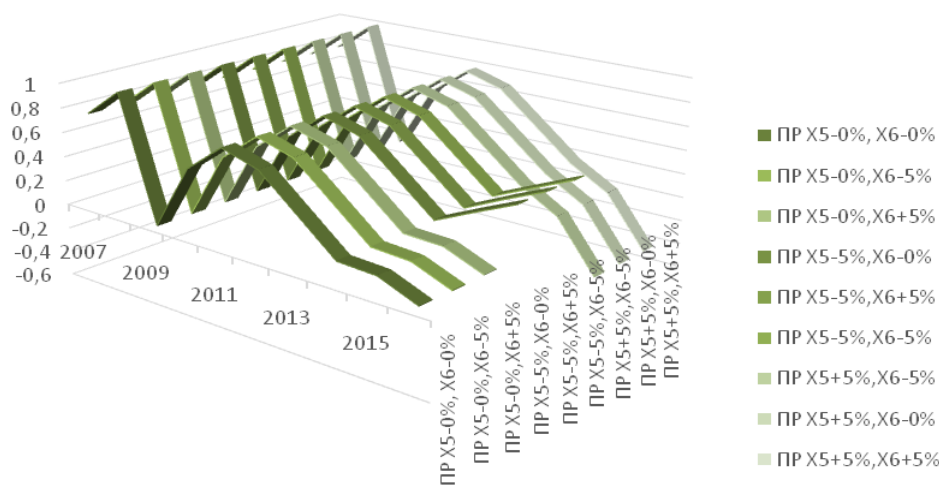


Рис. 5 – Характер изменения объекта

По данным табл. 3 можно сделать следующий вывод: если цены на автомобили будут расти при низких темпах инфляции, то об увеличении продаж не может быть и речи. Если цены на автомобили не изменятся тогда можно увидеть увеличение продаж на 1–2 % от предыдущего перио-

да. Самым выгодным сценарием в условиях низкого темпа инфляции и численности населения, я считаю повышение цен на 1–2 % от предыдущего периода, с учетом среднего дохода населения, так как если доход на душу населения не будет расти, то и объемы продаж будут падать.

Библиографический список

1. 10 факторов, влияющих на продажи. URL: <http://vespol-soft.com/desyat-faktorov-vliyayuschih-na-prodaji/>
2. Всемирный банк данных. URL: <http://data.worldbank.org/russian>
3. Затонский А. В. Моделирование деятельности : методические рекомендации по выполнению курсовой работы для студентов направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Перм. нац. иссл. политехн. ун-т., Березниковский филиал, 2015. – 30 с.
4. Курилова А. А. Долгосрочный прогноз развития мировой автопромышленности // Вестник волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2011. – № 24.
5. Население России – Википедия [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Население_России
6. Росстат Российской Федерации [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.gks.ru/>
7. Статистика автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://abreview.ru/stat/aeb/>
8. Уровень инфляции в России [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://уровень-инфляции.рф/>
9. Янченко Т. В. Обоснование порядка регрессионно-дифференциальной модели краевого социального ресурса // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – № 3.1(57). – С. 187–191.
10. Янченко Т. В., Затонский А. В. Модель краевого социального ресурса на основе регрессионно-дифференциального уравнения второго порядка // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2014. – № 5–6 (27–28). – С. 23–34.
11. Янченко Т. В., Сиротина Н. А., Затонский А. В. Об аппроксимации факторов дифференциальной модели социально-экономической системы // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 11(19). – С. 6.
1. 10 faktorov, vlijajushhих na prodazhi. URL: <http://vespol-soft.com/desyat-faktorov-vliyayuschih-na-prodaji/>
2. Vsemirnyj bank dannyh. URL: <http://data.worldbank.org/russian>
3. Zatonskij A. V. Modelirovanie dejatel'nosti : metodicheskie rekomendacii po vypolneniju kursovoj raboty dlja studentov napravlenija 09.04.01 «Informatika i vychislitel'naja tehnika». Perm. nac. issl. politehn. un-t., Bereznikovskij filial, 2015. – 30 s.
4. Kurilova A. A. Dolgosrochnyj prognoz razvitija mirovoj avtopromyshlennosti // Vestnik volzhskogo universiteta im. V. N. Tatišheva. – 2011. – № 24.
5. Naselenie Rossii – Vikipedija [Jelektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://ru.wikipedia.org/wiki/Naselenie_Rossii
6. Rosstat Rossijskoj Federacii [Jelektronnyj resurs] – rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/>
7. Statistika avtoproizvoditelej Asociacii evropejskogo biznesa [Jelektronnyj resurs] – rezhim dostupa: <http://abreview.ru/stat/aeb/>
8. Uroven' infljacii v Rossii [Jelektronnyj resurs] – rezhim dostupa: <http://uroven'-infljacii.rf/>
9. Janchenko T. V. Obosnovanie porjadka regresionno-differencial'noj modeli kraevogo social'nogo resursa // Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. – 2014. – № 3.1(57). – S. 187–191.
10. Janchenko T. V., Zatonskij A. V. Model' kraevogo social'nogo resursa na osnove regresionno-differencial'nogo uravnenija vtorogo porjadka // Novyj universitet. Serija: Tehničeskie nauki. – 2014. – № 5–6 (27–28). – S. 23–34.
11. Janchenko T. V., Sirocina N. A., Zatonskij A. V. Ob approksimacii faktorov differencial'noj modeli social'no-jekonomičeskoj sistemy // Sovremennye issledovanija social'nyh problem. – 2012. – № 11(19). – S. 6.

© Жуков Р. А., 2016