

УДК 338.27

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Мхитарян С.В., Данченко Л.А.***Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ),  
Москва, e-mail: smhitarian@mesi.ru*

Прогнозирование объемов продаж является одной из важнейших задач бизнес-аналитики. Основная проблема при построении прогнозов заключается в том, что в условиях турбулентной экономической среды ряд классических методов, таких как построение трен-сезонных моделей, не позволяет строить качественные прогнозы. Принцип построения таких моделей основан на аппроксимации временных рядов за счет осреднения значений для выявления тренда и сезонной компоненты. Все наблюдения временного ряда равнозначны, что неприемлемо в условиях постоянно меняющейся экономической среды, приводящей к изменению характера как тенденции, так и сезонности. На помощь приходят адаптивные методы прогнозирования, придающие больший вес последним наблюдениям. В статье на примере построения прогноза продаж 3-х сфер деятельности: промышленной электротехники, строительных материалов и печатной продукции – показывается преимущество применения модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA) Бокса – Дженкинса с помощью статистических пакетов.

**Ключевые слова:** временной ряд, прогнозирование продаж, модель ARIMA, IBM SPSS Statistics, доверительный интервал

## SALES FORECAST USING ADAPTIVE STATISTICAL METHODS

**Mkhitarian S.V., Danchenok L.A.***Moskovskij gosudarstvennyj universitet e'konomiki, statistiki i informatiki (ME'SI),  
Moskva, e-mail: smhitarian@mesi.ru*

Sales forecasting is one of the most important tasks of business intelligence. The main problem in the construction of forecasts is that in a turbulent economic environment a number of classical techniques such as the construction of Trend-seasonal model does not allow to build high-quality forecasts. The principle of constructing such models based on the approximation of time series by averaging the values to identify the trend and seasonal components. All observations of the time series are equivalent, which is unacceptable in a constantly changing economic environment, leading to a change of character as trends and seasonality. Come to the aid of adaptive prediction methods, giving more weight to recent observations. The article by constructing sales forecast of 3 areas: industrial electrical engineering, building materials and printed materials, shows the advantages of using the model and autoregressive integrated moving average (ARIMA) Box-Jenkins using statistical packages.

**Keywords:** time series, forecasting sales, model ARIMA, IBM SPSS Statistics, confidence interval

Для разработки бюджета компании, проведения аудита с целью корректировки маркетинговой стратегии компании строится прогноз продаж фирмы. Для решения этих задач необходимо построение месячного прогноза продаж (товарооборота, выручки) на год [6]. Для построения прогноза используется временной ряд товарооборота за предшествующие периоды деятельности компании. Поскольку в данном ряду практически всегда присутствует сезонная компонента, а период сезонных колебаний – 12 месяцев, для корректного учета сезонности необходимо иметь временной ряд длиной не менее 3–4-х лет.

Еще одной проблемой прогнозирования продаж является их изменчивость с течением времени, что особенно актуально после кризиса 2008 г. Последние зафиксированные значения временного ряда являются значительно более значимыми, чем предыдущие. Таким образом, влияние на прогнозируемые значения в большей степени оказывают последние наблюдения. В этой

связи для анализа временных рядов целесообразно использовать адаптивные методы прогнозирования и, в частности, модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA) Бокса – Дженкинса [5]. Адаптивные методы прогнозирования взвешивают исходные данные и придают наибольший вес последним наблюдениям.

**Целью** приведенного ниже исследования является апробация модели ARIMA в качестве инструмента среднесрочного прогнозирования продаж для предприятий различных сфер деятельности. Исходными данными является месячный временной ряд товарооборота за несколько последних лет. В исследовании были построены годовые прогнозы продаж компаний, представленных на рынке промышленной электротехники (продажи по всей компании), строительных материалов (продажи компании по одной товарной группе) и периодической печатной продукции (продажи торговой точки). Прогнозы строились с помощью статистического пакета IBM SPSS Statistics.

### Прогнозирование продаж промышленной электротехники

В 1-м случае строится прогноз продаж электротехнической компании на основании помесичных данных о продажах за 6 лет. Этот период характеризовался серьезным изменением макросреды (рис. 1).

Первоначально может показаться, что тенденция данного временного ряда соответствует параболической или экспоненциальной кривой роста, но более детальное изучение позволяет определить точку перелома – август 4-го года, после которого динамика роста дохода становится более интенсивной, а амплитуда сезонных коле-

баний значительно увеличивается. Для построения прогноза воспользуемся методом ARIMA. Наличие линейного тренда вызывает необходимость применения дифференциации с соответствующим единичным лагом  $d = 1$ , для получения стационарного ряда. Для первоначальной настройки параметров модели требуется рассмотреть автокорреляционную и частную автокорреляционную функцию (АКФ и ЧАКФ) продифференцированного ряда. Необходимо проанализировать лаги, включающие несколько периодов сезонных колебаний, для того, чтобы сделать заключения по сезонным параметрам модели (рис. 2).

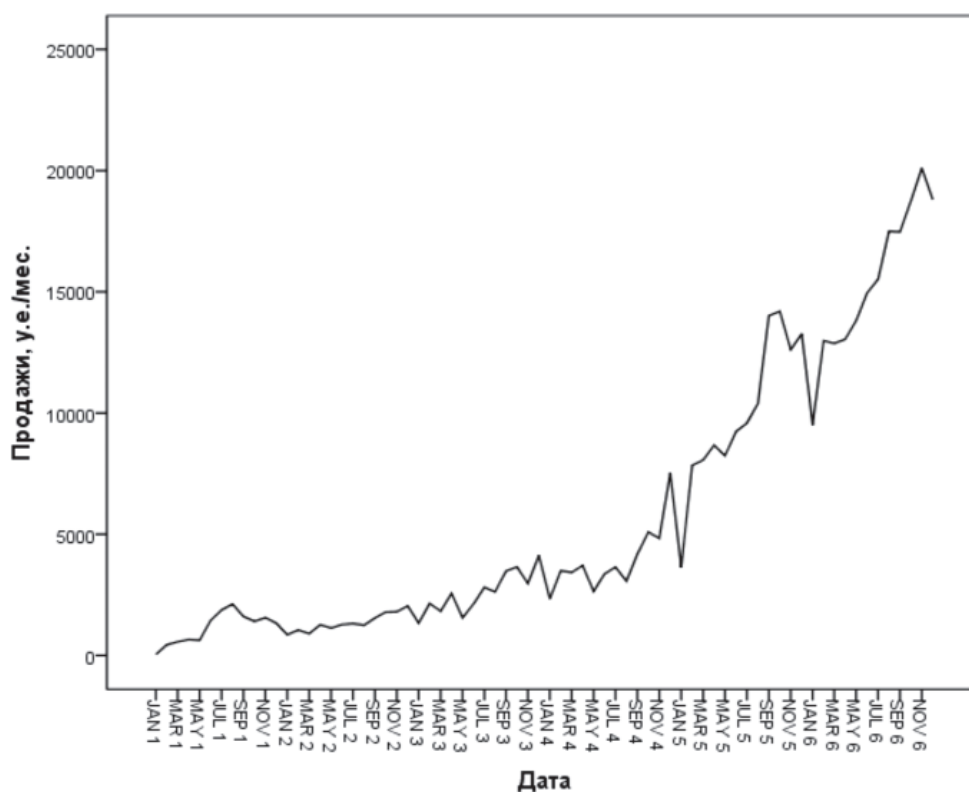


Рис. 1. Динамика помесичных продаж электротехнической компании

Поскольку АКФ равномерно убывает, а ЧАКФ имеет выбросы на 1-м лаге, можно предложить следующие начальные значения модели: регулярный и сезонный показатели авторегрессии равны единице  $p = Ps = 1$ , регулярный и сезонный показатели скользящего среднего равны нулю  $q = Qs = 0$ , дифференциация с единичным лагом  $d = 1$ . После проведения расчетов была получена статистически значимая модель, на основании которой был построен прогноз с доверительными интервалами при уровне конфиденциальности 0,95 (рис. 3).

Для разработки бюджета желательно получить доверительные интервалы для разработки различных сценариев развития: от пессимистичного до оптимистичного.

Для оценки адекватности модели необходимо проанализировать ряд остатков. АКФ и ЧАКФ остатков позволяют сделать предположение, что автокорреляция остатков практически отсутствует и, следовательно, остатки имеют случайный характер, что говорит о хорошей адекватности полученной модели.

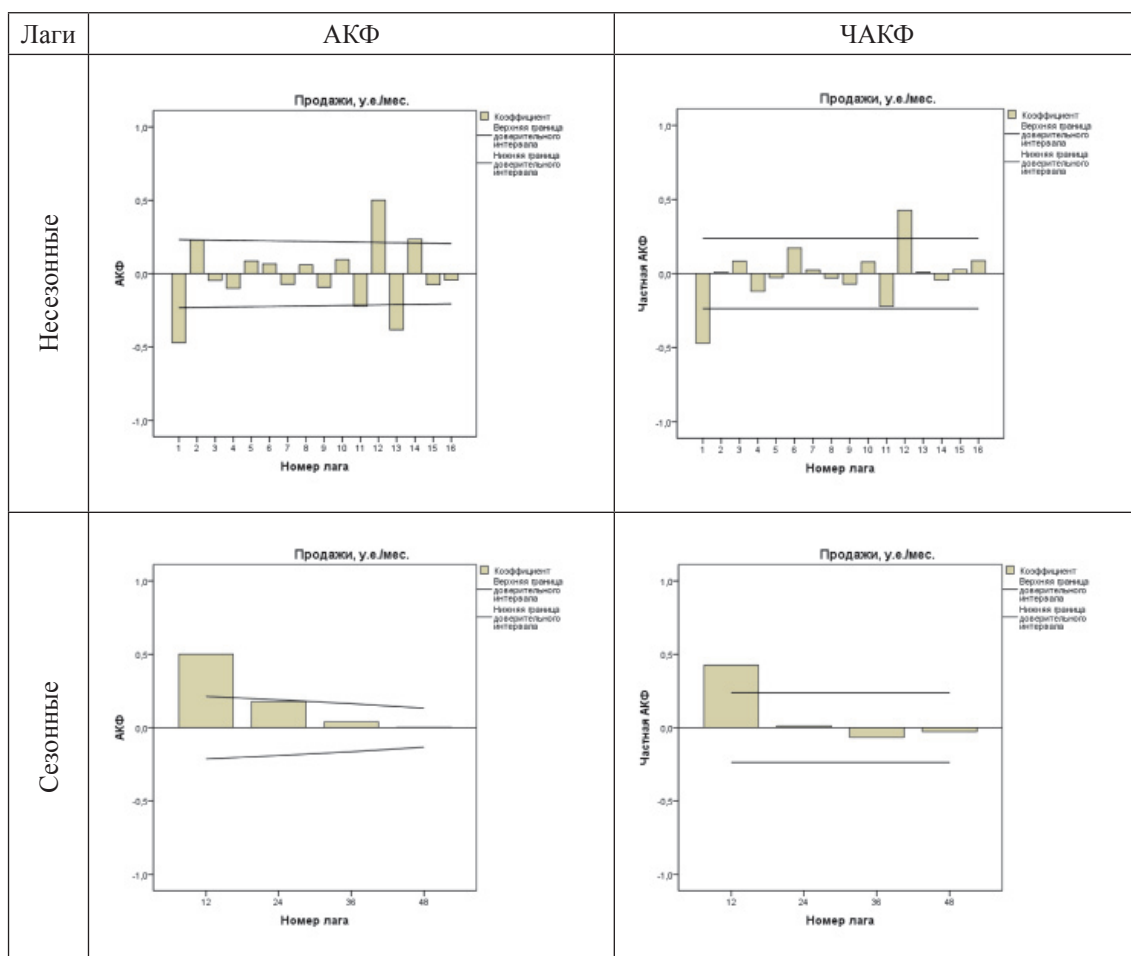


Рис. 2. Автокорреляционная и частная автокорреляционная функция про дифференцированного ряда продаж электротехнической компании

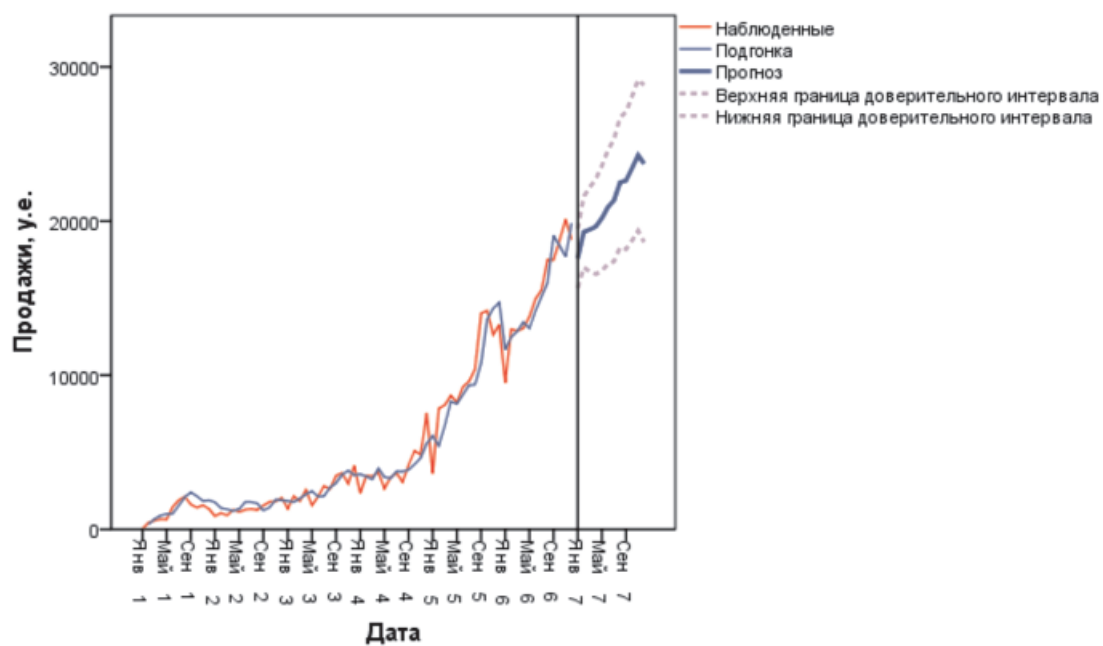


Рис. 3. Прогноз продаж электротехнической компании на год

### Прогнозирование продаж стройматериалов

Во 2-м случае прогнозируются продажи строительных облицовочных материалов торговой компании по одной товарной группе на основании помесечных данных о продажах за 4 года.

Тенденция данного временного ряда соответствует линейному тренду. Для построения прогноза воспользуемся методом ARIMA. Наличие линейного тренда вызывает необходимость применения дифференциации с соответствующим единичным лагом  $d = 1$ , для получения стационарного ряда. Увеличение амплитуды сезонных колебаний с ростом тренда свидетельствует о наличии мультипликативной сезонности, что вызывает необходимость применения сезонной дифференциации с соответствующим единичным лагом  $Ds = 1$ , для получения стационарного ряда.

Для первоначальной настройки параметров модели ARIMA необходимо рассмотреть автокорреляционную и частную автокорреляционную функцию (АКФ и ЧАКФ) продифференцированного ряда. АКФ и ЧАКФ несезонных лагов волнообразно убывают, а АКФ сезонных лагов имеет выброс на 1-м лаге. Можно предложить следующие начальные значения модели: регулярный и сезонный показатели авторегрессии равны соответственно, единице и нулю  $p = 1, Ps = 0$ ; регулярный и сезонный показатели скользящего среднего равны единице  $q = Qs = 1$ , дифференциация регулярная и сезонная с единичным лагом  $d = Ds = 1$ . После проведения расчетов была получена статистически значимая модель, на основании которой был построен прогноз с доверительными интервалами при уровне конфиденциальности 0,95 (рис. 4).

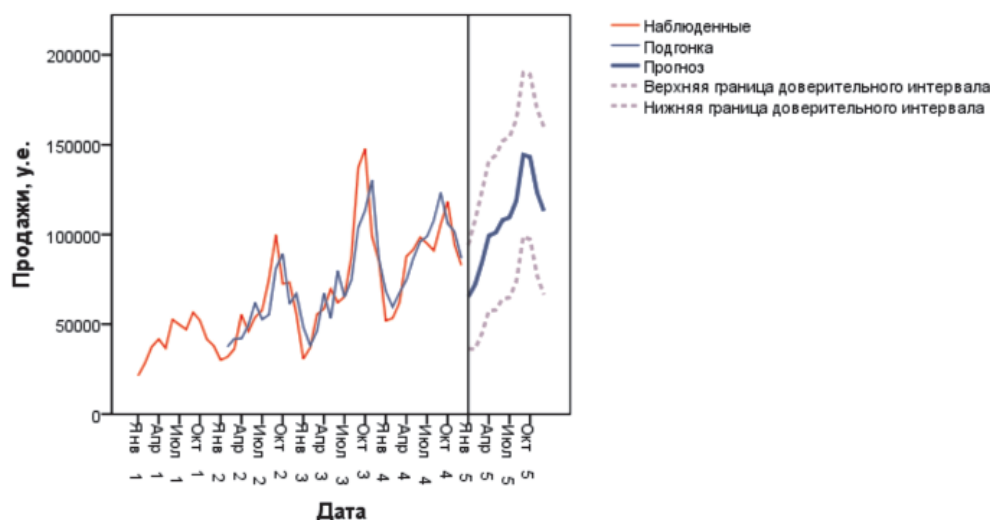


Рис. 4. Прогноз продаж строительных материалов на год

Оценка адекватности модели на основании АКФ и ЧАКФ остатков позволяет сделать предположение, что автокорреляция остатков практически отсутствует и, следовательно, остатки имеют случайный характер, что говорит о хорошей адекватности полученной модели.

### Прогнозирование продаж печатной продукции

В 3-м случае строится прогноз продаж торговой точки компании, занимающейся реализацией печатной продукции, на основании помесечных данных о продажах за 5 лет.

Тенденция данного временного ряда является линейно убывающей, в отличие от предыдущих примеров кривой роста. Амплитуда сезонных колебаний при изменении значений тренда не претерпевает

существенных изменений. Наличие линейного тренда вызывает необходимость применения дифференциации с соответствующим единичным лагом  $d = 1$ , для получения стационарного ряда.

Для первоначальной настройки параметров модели ARIMA необходимо рассмотреть автокорреляционную и частную автокорреляционную функцию (АКФ и ЧАКФ) продифференцированного ряда. Поскольку АКФ и ЧАКФ несезонных лагов волнообразно убывают, а ЧАКФ сезонных лагов имеет выброс на 1-м лаге, можно предложить следующие начальные значения модели: регулярный и сезонный показатели авторегрессии равны единице  $p = Ps = 1$ ; регулярный и сезонный показатели скользящего среднего равны, соответственно, единице и нулю  $q = 1, Qs = 0$ ; дифференциация

с единичным лагом  $d = 1$ . После проведения расчетов была получена статистически значимая модель, на основании которой по-

строен прогноз с доверительными интервалами при уровне конфиденциальности 0,95 (рис. 5).

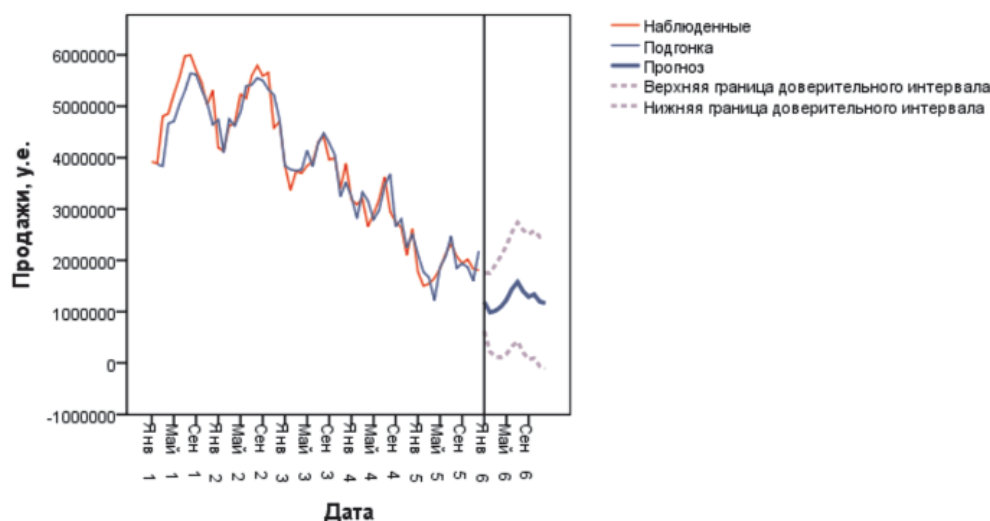


Рис. 5. Прогноз продаж печатной продукции на год

Для оценки адекватности модели были проанализированы АКФ и ЧАКФ остатков. В результате можно сделать предположение, что автокорреляция остатков практически отсутствует и, следовательно, остатки имеют случайный характер, что говорит о хорошей адекватности полученной модели.

Из проведенных исследований следует, что модель ARIMA позволяет строить качественные прогнозы продаж продукции для предприятий различных сфер деятельности в условиях нестабильной экономической ситуации, что особенно актуально в современных условиях.

#### Список литературы

1. Данченко Л.А., Мхитарян С.В., Зубин С.И. Стратегический маркетинг. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2010.
2. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов. – М.: Маркет ДС, 2011.
3. Каптюхин Р.В. Стандартные задачи медиапланирования для рекламной кампании в СМИ. – М.: Экономика и современный менеджмент: теория и практика, 2013. – № 31.
4. Корягин Н.Д. Информационное обеспечение стратегического и корпоративного управления: учебно-методический комплекс. – М.: МЭСИ, 2012.
5. Красюк И.Н., Парамонова Т.Н., Калугина С.А., Жарников Д.С., Комаров В.М., Шереметьева Е.М.: Маркетинговые коммуникации: учебник / под ред. И.Н. Красюк. – М.: ИНФРА-М, 2012.
6. Мхитарян С.В. Маркетинговая информационная система. – М.: Эксмо, 2006.
7. Мхитарян С.В. Применение SPSS в маркетинговых проектах: учебное пособие. – М.: ЕАОИ, 2011.
8. Панюкова В.В. Исследование современного состояния сетевой торговли в зарубежных странах // Маркетинг розничной торговли – 2013. – № 3.
9. Тультаев Т.А., Тультаева И.В. Роль инноваций в обеспечении маркетинговой деятельности на предприятиях сферы услуг // Вестник УМО. – М.: Экономика, статистика и информатика, 2013. – № 5.
10. Тультаева И.В. Современное состояние и тенденции развития мобильного Интернета // Вестник УМО. – М.: Экономика, статистика и информатика, 2012. – № 4.
11. Шкляр Т.Л. Управление каналом продвижения на производстве в B2B, основываясь на психологическом аспекте потребителя. – М.: Научная периодика: проблемы и решения, 2011. – № 6.

#### References

1. Danchenok L.A., Mhitarjan S.V., Zubin S.I. Strategic marketing. M.: Izd. Centr EAOI, 2010.
2. Dubrova T.A. Prognozirovanie socialno-jekonomicheskikh processov. Moskva: Market DS, 2011.
3. Kaptyuhin R.V. Standartnye zadachi mediaplanirovaniya dlja reklamnoj kampanii v SMI. Moskva: Jekonomika i sovremennyy menedzhment: teorija i praktika. no. 31. 2013.
4. Korjagin N.D. Informacionnoe obespechenie strategicheskogo i korporativnogo upravlenija. Uchebno-metodicheskij kompleks. M.: MJeSI, 2012.
5. Krasjuk I.N., Paramonova T.N., Kalugina S.A., Zharnikov D.S., Komarov V.M., Sheremeteva E.M.: Marketingovyje kommunikacii: Uchebnik Pod red. I.N. Krasjuk. M.: INFRA-M, 2012.
6. Mhitarjan S.V. Marketingovaja informacionnaja sistema. Moskva: Jeksmo, 2006.
7. Mhitarjan S.V. Primenenie SPSS v marketingovyh projektah. Uchebnoe posobie. Moskva: EAOI, 2011.
8. Panjukova V.V. Issledovanie sovremennoho sostojanija setevoj trgovli v zarubezhnyh stranah Marketing roznichnoj trgovli, 2013, no. 3.
9. Tultaev T.A., Tultaeva I.V. Rol innovacij v obespechenii marketingovoj dejatelnosti na predpriyatijah sfery uslug Moskva: Jekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. no. 5. 2013.
10. Tultaeva I.V. Sovremennoe sostojanie i tendencii razvitiya mobilnogo Interneta. Moskva: Jekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. no. 4. 2012.
11. Shkljar T.L. Upravlenie kanalom prodvizhenija na proizvodstve v B2B, osnovyvajas na psihologicheskom aspekte potrebitelja. Moskva: Nauchnaja periodika: problemy i reshenija. no. 6. 2011.

#### Рецензенты:

Кузнецов В.И., д.э.н., профессор кафедры общего менеджмента и предпринимательства, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики», г. Москва;

Садовникова Н.А., д.э.н., профессор, зав. кафедрой теории статистики и прогнозирования, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 17.05.2014.