

УДК330.43+519.874

*К.С. Пивкин***КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ПОКУПАТЕЛЬСКИЙ СПРОС РОЗНИЧНОГО МАГАЗИНА КАК ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ**

Рассматривается роль и значение моделирования оценки покупательского спроса в общей стратегии управления запасами предприятия розничной торговли. Приводятся аргументы в пользу проведения обширного анализа факторов влияния на покупательский спрос для оценки их значимости и обоснования их включения в итоговый продукт – политику управления запасами и модель управления запасами розничного магазина. Основной акцент делается на эмпирическом выявлении факторов, влияющих на спрос, и применении методов корреляционного анализа для количественной оценки их влияния на результирующий показатель. Делаются аргументированные выводы о влиянии каждого рассматриваемого фактора и о дальнейшем включении данных факторов в модель прогнозирования, учитывая степень их влияния. Применяется специализированное программное обеспечение для проведения статистического анализа данных – язык R. Анализируются основные труды в области логистики, управления запасами, математического моделирования и прогнозирования. Подчеркивается необходимость изучения методологии прогнозирования покупательского спроса в ведущих розничных компаниях страны и зарубежья. Предлагается выработать модель прогнозирования покупательского спроса с учетом оцененных факторов на основе статистических пакетов языка R.

*Ключевые слова:* корреляционный анализ, розничная торговля, покупательский спрос, прогнозирование временных рядов, статистические методы, управление товарными запасами, стохастическая теория управления запасами, логистика, язык программирования R.

**Введение**

Основной задачей современной теории управления товарными запасами является оптимизация запасов на предприятии в условиях стохастической неопределенности. Это вполне очевидно в ситуации текущего экономического кризиса, когда предприятия торговли одни из первых ощутили на себе падение покупательского спроса и снижение оборачиваемости товарных остатков. Поэтому построение системы управления товарными запасами на предприятии розничной торговли является необходимым элементом стратегии ведения бизнеса. Учитывая реалии современных условий: волатильности курсов валют, структурных изменений потребительского спроса, продовольственного эмбарго и многих других конъюнктурных проблем, эффективные решения, принимаемые в области накопления запасов, дают розничным сетям необходимое конкурентное преимущество. Использование инструментов математического моделирования позволяет связать многие внутренние и внешние факторы, влияющие на работу в розничной организации, в единую систему поддержки принятия решений в области управления запасами.

Все пространство моделей в теории управления запасами разделяется на детерминированные и стохастические. При этом в детерминированных моделях не рассматривается вероятностная природа интенсивности пополнения, расхода и спроса на товар [8; 13]. На практике подобные модели могут применяться на достаточно ритмичных производствах, в которых вероятность колебания запасов от среднестатистического уровня напрямую зависит от уровня производственных мощностей, уровня квалификации и мотивации персонала. На предприятиях розничной торговли (и торговли в принципе) уровень товарных запасов является гораздо менее предсказуемым. Уровень товарных запасов напрямую зависит от активности покупательского спроса, который в свою очередь зависит от множества экономико-социальных, метеорологических и даже культурных факторов. В таких условиях, политика управления запасами, основанная на детерминированных моделях, не может конкурировать с более точными стохастическими концепциями [11].

В условиях неопределенности одной из основных задач управления товарными запасами является оценка будущего покупательского спроса, то есть задача прогнозирования. При этом подразумевается количественное прогнозирование, которое выстраивается на основе прошлых данных [6]. Обычно методы количественного прогнозирования спроса в классической теории управления запасами не освещены достаточно подробно. Например, в одном из самых известных в России труде по управлению

запасами Ю.И. Рыжикова «Теория очередей и управление запасами» указаны следующие методы прогнозирования спроса: метод скользящей средней, экспоненциальное сглаживание, аналитическое выравнивание [7]. Эти методы достаточно просты в использовании и могут быть достаточно легко апробированы и внедрены в систему управления запасами предприятия. Тем не менее, из-за легкости применяемого аппарата точность моделей на основе указанных методов находится на низком уровне. Основная причина этого – отсутствие возможности учитывать все возможные факторы, влияющие на покупательский спрос. Иными возможностями обладает методика прогнозирования потребности в запасе по индикаторам [5]. Обычно в основе этого метода лежит регрессионный анализ, при его использовании учитываются разного рода факторы, например, количество покупателей, посетивших магазин за определенный период времени. Модели на основе данного подхода являются более сложными, так как учитываются не только характеристики самого спроса, но и иные показатели, но при проведении корректной разработки они обладают повышенной точностью и устойчивостью расчетов.

Поэтому при моделировании продвинутого количественного прогноза необходимо провести анализ данных о покупательском спросе, его характеристиках как случайной величины, а также факторных переменных, которые влияют на прогнозируемую величину спроса. Выделение факторов, влияющих на покупательский спрос, является нетривиальной аналитической задачей. Рассматриваются подробно социальные, экономические, погодно-климатические условия, которые возникают при работе предприятия розничной торговли. Подобного рода задачи реализуются при помощи методов статистического анализа, одним из которых является корреляционный анализ данных [9; 10]. Исходя из данного анализа, можно судить о тесноте связи фактора и результирующего показателя – покупательского спроса на товар.

Цель этой статьи – ознакомить читателя с корреляционным анализом факторов влияния на покупательский спрос. Выводы, сделанные при проведении анализа, будут использованы при построении модели прогнозирования спроса на товар, а также для создания математической модели управления запасами на предприятии розничной торговли.

Структура статьи такова. В первом параграфе описывается характер объекта исследования предприятия розничной торговли, система управления запасами на предприятии и место покупательского спроса в этой системе. Второй параграф посвящен методу выбора факторов, влияющих на товарный спрос. Здесь также указывается итоговый перечень факторов, степень влияния которых будет изучена. В третьем параграфе проводится оценка влияния выбранных факторов на покупательский спрос с использованием статистических пакетов языка программирования R [12].

## 1. Элементы системы управления товарными запасами

Товарные запасы, обеспечивающие деятельность торгового предприятия, называют частью совокупной товарной массы, предназначенной для продажи товара промежуточным и конечным потребителям – покупателям в розничном магазине [2].

По Кремеру [8] управление запасами «состоит в отыскании такой стратегии пополнения и расхода запасами, при котором функция затрат принимает минимальное значение». При этом под целью управления товарными запасами понимают снижение затрат на продвижение товарных запасов через организацию, при обеспечении высокого уровня качества торговли и одновременной максимизации возвратов на инвестиции в товарные запасы [2].

Элементы управления товарными запасами в компании розничной торговли можно привести в систему с помощью следующей схемы:



Рис. 1. Элементы системы управления товарными запасами

Здесь выделяются два важных этапа процесса управления запасами: планирование закупок и формирование заказа. Именно на этих этапах определяется уровень покупательской активности по имеющейся в магазине ассортиментной матрице. В деятельности организации розничной торговли одной из основных бизнес-целей является формирование потребности в товаре в платежеспособный спрос покупателя. При этом с точки зрения теории управления запасами покупательский спрос является основной случайной величиной. Это видно, так как на покупательский спрос может влиять целый ряд факторов (сезонность товара, погодные условия, количество покупателей в магазине и т. д.), поэтому принятие решения о заказе конкретного количества товара без использования методов прогнозирования представляется нереальным или высоко трудозатратным.

Способов прогнозирования существует довольно много (от экспертных до математических) следует обосновать использование именно количественного прогнозирования потребности на основе статистических данных [5]:

- Большое количество факторов, влияющих на покупательский спрос. Здесь идет речь прежде всего о множестве внешних и внутренних факторов, описанных выше: погодные условия, количество посетителей магазина, уровень цены, наличие праздничных дней, наличие акции на данный товар.

- Широкий ассортимент розничного магазина. Надо понимать, что в стабильно функционирующем магазине, количество наименований в ассортиментной матрице может достигать тысяч, а то и десятков тысяч.

- Ограничение на складские и выставочные возможности магазина. Без какой-либо математической оценки невозможно соотнести текущие складские возможности и уровень потребительского спроса на товар. Лицо, ответственное за товарные запасы в магазине, не может просто заказать товара «много» или «чтобы хватило».

Рассматривая причины необходимости продвинутого прогнозирования, можно прийти к выводу, что также необходимо провести предварительный анализ информации перед разработкой самой модели. Поэтому в данной статье рассматривается оценка факторов будущей модели прогнозирования покупательского спроса.

## 2. Факторы влияния на покупательский спрос розничного магазина

Покупательский спрос является наиболее случайным компонентом в любой модели управления запасами на торговом предприятии. Чаще всего при недостаточном его изучении спрос принимается как детерминированная составляющая. В общем случае, это приводит к отклонениям в оценках необходимых товарных запасов. Ранее было обговорено, что для более точной оценки запасов необходима более точная оценка покупательского спроса. Поэтому необходимо изучить как понятие покупательского спроса, так и круг возможных детерминант, определяющих его динамику.

Под покупательским спросом в рамках рассматриваемой задачи является величина купленного товара или услуги. Так как рассматривается сфера деятельности розничной торговли, то речь идет прежде всего о количестве покупаемого товара за определенный промежуток времени. При этом здесь необходимо учесть, что в общем случае спрос неравносителен продаже товара, так как имеет место быть случаи *out-of-stock*, то есть моменты отсутствия товара на полках магазина при наличии потребности в этом товаре. В целях упрощения дальнейшего анализа подобные случаи не будут приниматься во внимание в рамках данной статьи.

На характер спроса влияет множество факторов, различающихся по природе. Например, авторы [2] выделяют следующие группы факторов:

1. Социальные: социальная структура общества, уровень развития культуры, мода, профессиональный состав населения, уровень безработицы.

2. Экономические: уровень развития экономики страны, региона, размер денежных доходов, уровень и динамика розничных цен, соотношение товарной и нетоварной форм потребления, степень обеспеченности покупателей товарами, величина налогов, культура торговли, уровень цен на коммунальные услуги.

3. Демографические: численность, половозрастной состав потребителей, размер и состав семьи, миграция населения.

4. Природно-климатические: специфика климата, национальные традиции, сезонность продаж.

5. Товарная политика: качество товаров, насыщенность рынка товарами, современная техника и технология производства, широта ассортимента, наличие товаров-заменителей, взаимодополняющих товаров.

6. Прочие факторы: потребительские ожидания, предпочтения потребителей, сегмент рынка, реклама.

Как видно из списка, факторов, влияющих на потребительский спрос, довольно много. Но также необходимо понимать, что на практике задача значительно усложняется:

- Затруднен поиск информации обо всех предлагаемых факторах в достаточном количестве и объеме;

- Внутренние бизнес-процессы розничного предприятия оказывают специфическое влияние на товарный спрос. Например, реализуемая маркетинговая программа в праздничный день может принести магазину дополнительный доход или, наоборот, снизить впечатление от праздника;

- Прогнозирование спроса в рамках задачи управления запасами в общем случае осуществляется на краткосрочный период. В качестве основных детерминант могут быть использованы только те показатели, которые обновляются достаточно часто и могут являться индикаторами изменения спроса.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что предварительный выбор факторов должен осуществляться на индивидуальной основе с учетом описанных выше особенностей. Ниже приведен список факторов, которые могут оказывать влияние на спрос и по которым имеется достаточно полная информация, а также краткое обоснование их включения в модель:

- 1) внутренняя динамика продаж товара. В розничном магазине наблюдается широкий спектр товаров, которые имеют различную регулярность продаж, по-разному реагируют на дни недели и праздники, имеют особую цикличность и сезонность продаж. По своей сути изучение продаж определенного товара или группы товара – это изучение закономерностей самого спроса;

- 2) количество покупателей в розничном магазине. Этот фактор позволяет оценить, как уровень покупательской активности в магазине влияет на характер и размер спроса на тот или иной товар. В рамках корреляционного анализа используется только показатель общего количества за день;

- 3) влияние календарных праздников. Наступление праздников, очевидно, имеет значительное влияние на размер товарного спроса, а также на состав покупательской корзины.

В следующем параграфе будет проведена оценка влияния факторов на спрос с помощью корреляционного анализа. Корреляционный анализ также предполагает графический анализ зависимостей, поэтому будут приведены графики продаж, температурных режимов и т. д.

### 3. Корреляционный анализ факторов

Корреляционный анализ выбранных факторов влияния на покупательский спрос основывается на данных сети продуктовых магазинов в городе Ижевск. Для учета специфики бизнес-процессов, протекающих в розничной компании, берутся данные только по конкретному магазину продуктовой сети. Это позволяет учесть характеристики магазина, которые заложены в информации о спросе. Например, есть понимание, что в данных о продажах скрыто местоположение магазина – близость к основному городскому трафику, социально-демографическое положение населения района, в котором находится магазин и т.п. Все это влияет на основные показатели потребительской корзины, свойственной этому магазину.

Результатирующими показателями были выбраны продажи по товарным группам «пиво», «вино» и «конфеты». Выбор нескольких групп состоит в возможности сравнения результатов и подтверждения выводов о влиянии того или иного фактора на общий покупательский спрос.

**Внутренняя динамика продаж товара.** На графиках ниже изображена дневная динамика спроса трех выбранных для анализа товарных групп в период с 01.04.2012 по 18.10.2015 в одном из магазинов розничной сети продуктов питания в г. Ижевске, а также приведен краткий анализ динамики.

Из рассматриваемого графика (рис. 2) видно, что дневные продажи пива на первый взгляд имеют хаотичную структуру. Продажи меняются от минимальных 0 значений за день до 1777 бутылок – сказываются определенные внешние факторы, например, празднование Нового года и запрет продажи алкоголя в определенные праздники. В целом, ясно, что тренд идет в сторону уменьшения потребления пива с конца 2013 г. Это может быть связано как со снижением реальных доходов населения в период экономического кризиса в России, так и с законодательными инициативами.

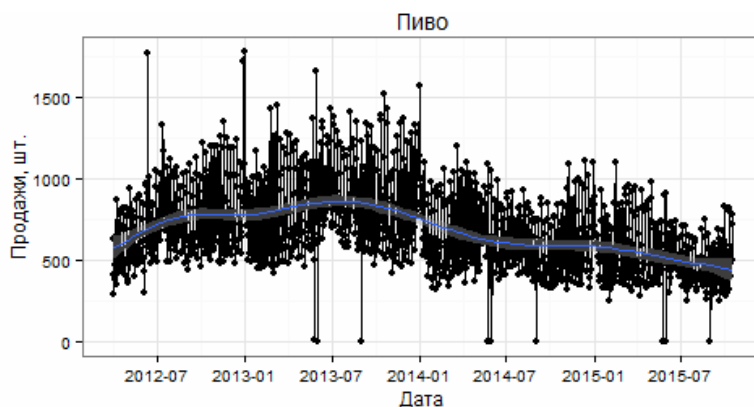


Рис. 2. Продажи группы «Пиво»

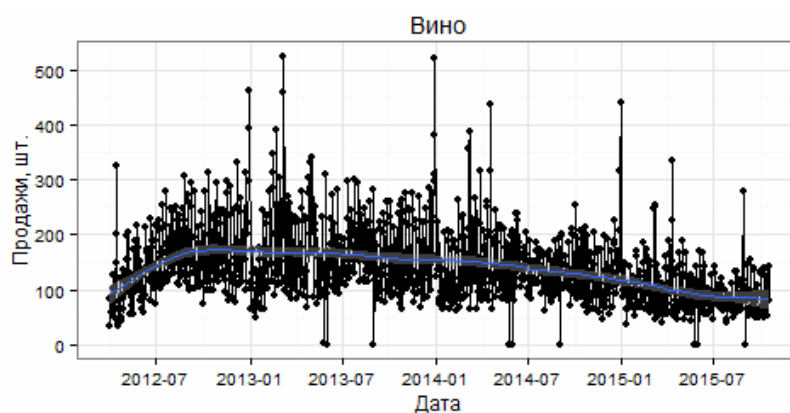


Рис. 3. Продажи группы «Вино»

По рис. 3 видно, что ситуация в группе «Вино» похожа на потребительскую динамику в группе «Пиво»: тренд долгое время имеет нисходящий характер, минимальные продажи за период также достигали 0 в те же промежутки времени, что и по группе «Пиво». Из отличий – группа «Вино» имеет меньший средний размах по сравнению с группой «Пиво» и меньший объем в количестве бутылок, что может быть связано с иной культурой потребления данного алкогольного напитка и иными потребительскими свойствами [1].

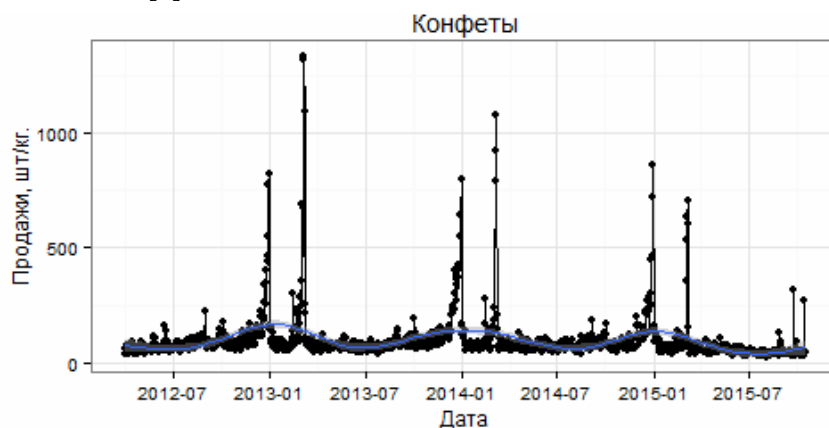


Рис.4. Продажи группы «Конфеты»

Выводы по рис. 4: группа «Конфеты» имеет иную специфику потребления, в отличие от алкогольных групп на графиках выше. При анализе графика видно, что средней размах потребления остается на уровне значительно низком, чем алкогольные группы (примерно до 50 штук-килограмм в день), но при этом наблюдается четко выраженное влияние праздников: Нового года и Международного женского дня. Рост продаж в период праздников превышает средние в несколько раз, возрас-

тая при этом постепенно в течение от 2 недель до месяца до наступления события. Минимальные продажи за период равны 24 штуко-килограммам, максимальные – 1337.

Проведем корреляционный анализ трех рассматриваемых товарных групп и общих продаж в магазине за аналогичный период. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Матрица корреляций между товарными группами и общими продажами

Товарные группы	Конфеты	Вино	Пиво	Общие продажи
Конфеты	1			
Вино	0.4640796	1		
Пиво	0.2641492	0.7835376	1	
Общие продажи	0.5244534	0.7966729	0.7701100	1

По таблице можно судить, что существует достаточно тесная взаимосвязь между общими продажами магазина и остальными товарными группами. Наиболее тесная связь общих продаж наблюдается с группой «Вино» и «Пиво», менее – с группой «Конфеты», всего 0,524.

Как видно, исходя из начального графического анализа, можно сделать следующие выводы:

1. Характер покупательского спроса во времени различается от одной товарной группы к другой. Для детального понимания сезонности динамики товарных групп необходимы дополнительные тесты, используемые в анализе временных рядов.

2. Существует некоторая цикличность в динамике продаж рассматриваемых групп. Как можно видеть, данная цикличность во всех случаях равна 1 году.

3. Характер тренда продаж товарных групп во многом зависит от внешних эффектов и факторов. Детальное рассмотрение влияния внешних факторов будет приведено далее по статье.

4. Корреляционный анализ показал тесноту связи между рассматриваемыми товарными группами и общими продажами. Это позволяет применять выводы о влиянии факторов, сделанные далее, по отношению к категории «Товар» в самом широком смысле (в рамках розничной торговли).

Для того, чтобы детально определить сезонность данных о продажах товарных групп, необходимо оценить коррелограммы и сделать соответствующие выводы. Рассмотрим коррелограммы автокорреляционной и частной автокорреляционной функции всех трех товарных групп.

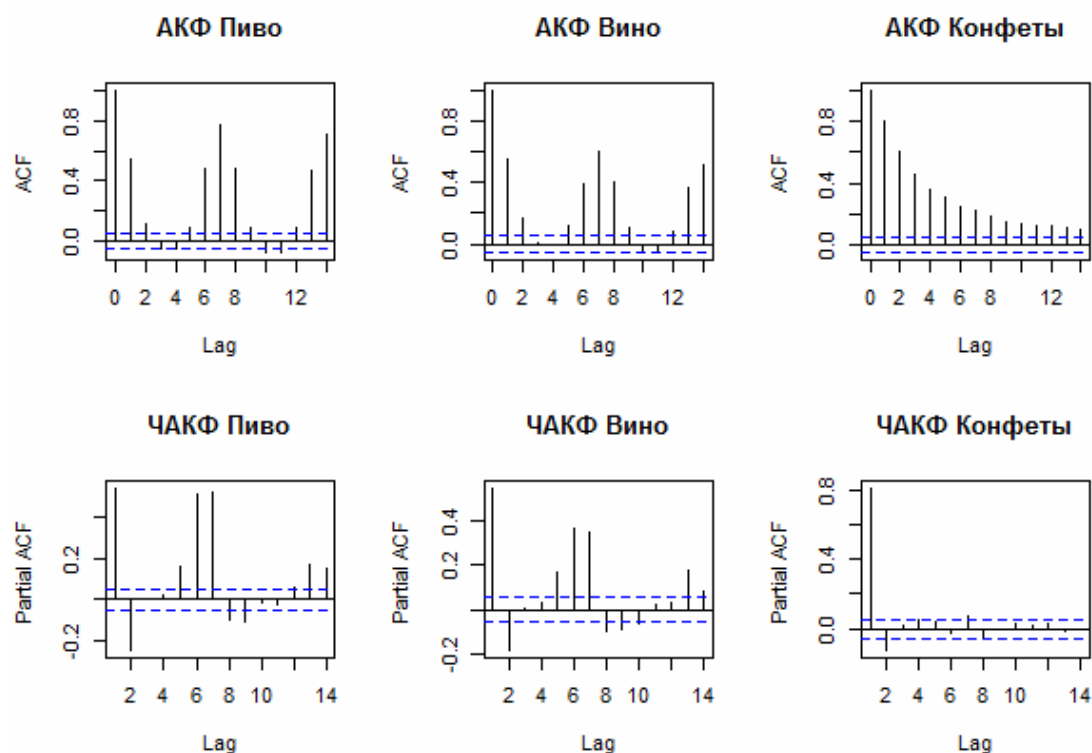


Рис. 5. Коррелограммы автокорреляционной и частной автокорреляционной функций товарных групп

Исходя из анализа коррелограмм по группам «Пиво» и «Вино», можно сделать вывод о похожем характере сезонности данных временных рядов. Для лагов, равных 1, 6 и 7, наблюдаются максимальные значения корреляции даже после устранения зависимости между промежуточными наблюдениями. Это говорит о:

- Наличии сезонности внутри календарной недели – например, продажи в субботу с большей вероятностью отличаются по отношению к продажам в пятницу и т.д.
- Наличии недельной сезонности – это значит, что в стандартном случае потребительская активность в текущий понедельник будет схожа с предыдущим понедельником и т.д.

Для дальнейших изысканий будет использоваться рассмотренное предположение о наличии недельной сезонности во временных рядах продаж в товарных группах. Это предположение связано с определенной сезонностью посещения покупателей в розничные сети и магазины, что кажется тривиальным – есть отличие между будними (рабочими) днями и выходными. Подробнее характер покупательского потока будет рассматриваться при анализе динамики количества чеков.

**Анализ влияния количества покупателей (чеков) на продажи.** Перейдем к важному аспекту рассмотрения влияющих на продажи факторов – влиянию количества покупателей (чеков) на продажи товарных групп в определенный промежуток времени. Взаимосвязь должна быть тривиальной, тем не менее оценить ее количественно необходимо для дальнейших этапов построения модели.

Для начала построим график динамики чеков за период с 01.04.2012 по 17.10.2015 гг.

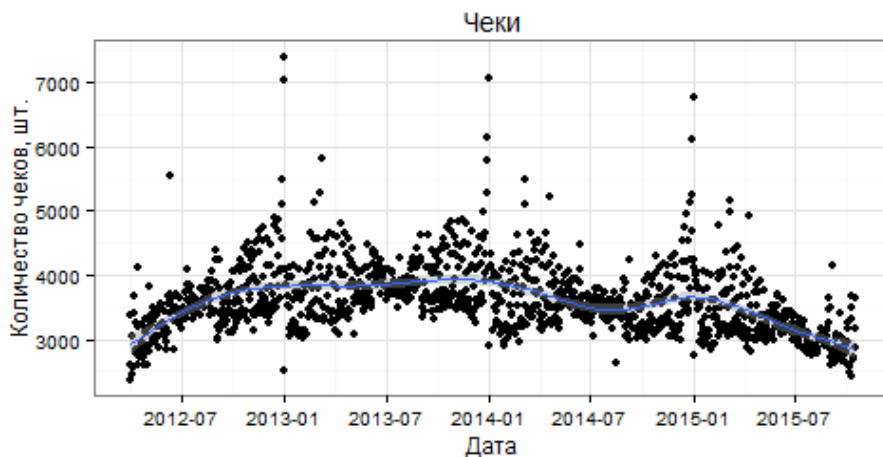


Рис. 6. Динамика количества чеков

По графику можно увидеть, что динамика количества чеков также имеет схожую структуру с динамикой продаж товарных групп (рис. 2-4). Имеется повышенный покупательский поток в праздничные дни, в том числе максимальные продажи в период Нового года (7402 чека 31.12.2012). Также сохраняется годовая сезонность и виден общий тренд снижения количества покупателей.

Рассмотрим среднее количество чеков за анализируемый период по дням недели:

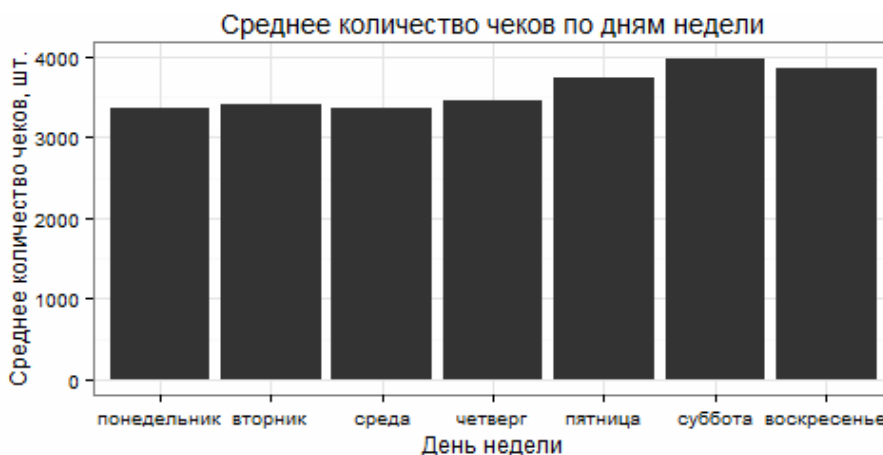


Рис. 7. Среднее количество чеков по дням недели

По графику видно, что в динамике количества чеков существует сезонность – количество покупателей, сделавших покупку, зависит от дня недели. Это формально подтверждает сделанный выше вывод о характере сезонности посещений продуктовых магазинов.

Таблица 2

**Матрица корреляций между продажами товарных групп и количеством чеков**

Показатели	Конфеты	Вино	Пиво	Кол-во чеков
Конфеты	1			
Вино	0.4639406	1		
Пиво	0.2639680	0.7834425	1	
Кол. Чеков	0.5460133	0.7326714	0.7369264	1

При оценке корреляции (табл. 2) была выявлена тесная взаимосвязь между продажами групп «Пиво» и «Вино» и количеством чеков – коэффициенты корреляции 0,737 и 0,733 соответственно. Конфеты менее связаны с динамикой чеков, коэффициент корреляции равен 0,546. Можно предположить, что это связано с внесезонным характером группы. Тем не менее, видно, что показатель количества чеков важно использовать в дальнейшем моделировании спроса.

При построении модели показатель количества чеков будет братья за основу прогноза количества продаж по каждому SKU. Это связано с выводами, сделанными выше:

- динамика и сезонность покупательского потока во многом определяет характер продаж товаров вне зависимости от товарной группы;
- при наступлении каких-то знаковых событий (праздников) покупатель чаще всего принимает решение о посещении конкретного магазина либо сначала, либо одновременно с определением необходимого списка товаров (исключением является мощная маркетинговая активность).

**Анализ влияния праздников.** Необходимо рассмотреть влияние праздничных дней на динамику количества чеков и продажи товарных групп. Каждый праздник может влиять по-разному как на количество покупателей, так и на состав потребительской корзины. Поэтому исследуется соответствующее графическое представление для подтверждения гипотезы о качественно разном влиянии того или иного праздника.

Рассматривается влияние праздников на потребительскую корзину на примере 3 товарных групп.

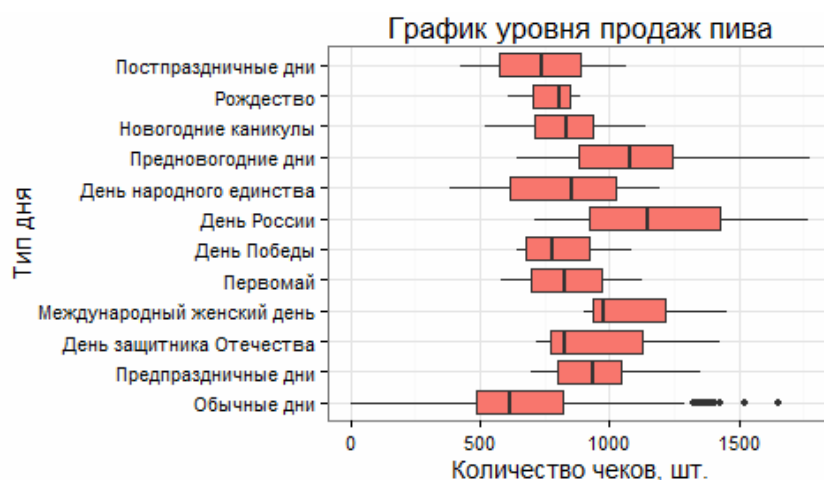


Рис. 8. Продажи пива в зависимости от типа дня и праздника

По группе «Пиво» наблюдается высокая активность в продажах во время празднования Дня России – среднее количество 1200 проданных штук. При этом распределение продаж в этот день достаточно распластанное. Это может быть связано с таким фактором, как разность погоды в день праздника в 2012 – 2015 гг. В целом повышенный спрос наблюдается во все дни и варьируется в средних величинах от 700 до 1200 проданных за день штук.



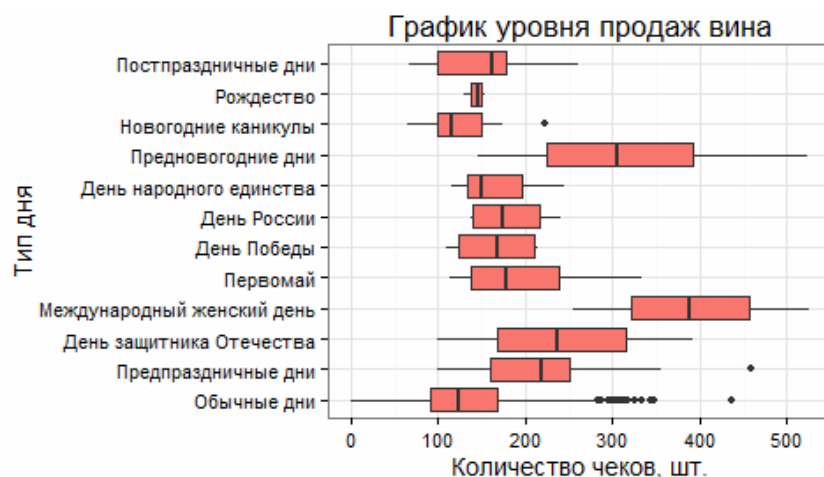


Рис. 9. Продажи вина в зависимости от типа дня и праздника

Ожидаемо, что повышенные продажи вина наблюдаются в предновогодние дни и в Международный женский день. Средние продажи в эти дни в 3-4 раза выше продаж в обычные (не праздничные) дни. Некоторое снижение покупательской активности по этому напитку наблюдается в новогодние каникулы. Также если рассмотреть на графике тип «Обычные дни», то можно увидеть скопление точек выше третьего квартиля – это могут быть какие-либо неучтенные праздники или дополнительная маркетинговая активность.

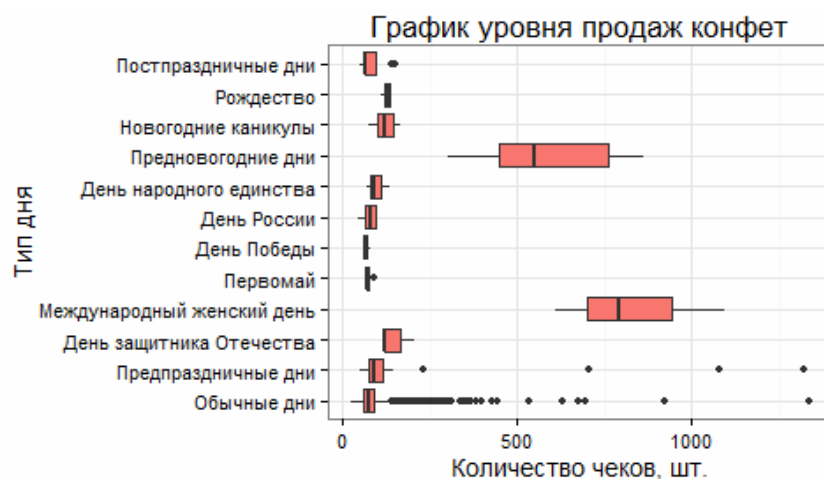


Рис. 10. Продажи конфет в зависимости от типа дня и праздника

Конфеты обладают средним повышенным спросом в предновогодние дни и Международный женский день. В эти дни конфеты активно покупаются на подарок целевым потребителям – женщинам и детям. Также можно наблюдать большое скопление точек выше третьего квартиля в обычные дни. Данные повышенные продажи могут быть связаны с более ранней реакцией на наступление новогодних праздников – конфеты закупаются покупателем на детские предновогодние праздники, подарки родным и близким и т.д.

Исходя из проделанного выше анализа, делается несколько выводов:

- праздничные дни влияют по-разному на продажи каждой товарной группы. При этом в среднем в эти дни зафиксирован рост продаж относительно средних в непраздничные дни;
- помимо государственных праздников существуют также неучтенные религиозные и профессиональные, которые имеют массовый характер. Необходимо исследовать их влияние на регулярность и включить в модель прогнозирования спроса.

### Выводы о факторах влияния на покупательский спрос

Исходя из описанного в статье анализа, делается вывод об обязательном включении следующих факторов в модель прогнозирования покупательского спроса:

1. Внутренняя динамика продаж товара. Каждый товар имеет специфичный покупательский спрос, характерный только для него. В базу любого моделирования необходимо включать динамику значений покупательского спроса с некоторым лагом. Анализ показал, что предыдущие значения продаж влияют на сегодняшние (наличие автокорреляции).

2. Количество покупателей в магазине. Покупательский поток статистически значимо имеет зависимость с продажами товара. Логично предположить, что фактор при этом является первичным – покупатель в розничном магазине далеко не всегда планирует весь спектр покупок. Поэтому фактор будет включен в общую модель прогнозирования. При этом представляется возможным построить взаимозависимое прогнозирование временных рядов – результирующий прогноз продаж будет выстраиваться на основе прогноза количества чеков;

3. Календарные праздники. Эффект от наличия календарного праздника является неоспоримым. В модель прогнозирования потребительского спроса данная переменная будет включаться как фиктивная. При этом требуются дополнительные исследования и тестирования для корректного определения классификации праздничных и предпраздничных дней.

После проведения корреляционного и графического анализа информации представляются некоторые варианты решения проблемы прогнозирования. Предполагаемый прогноз покупательского спроса будет выражаться во взаимосвязанных моделях динамики временных рядов – для каждого уровня применяется сезонное ARIMA моделирование (метод наиболее подробно описан в трудах [3; 4]):

1. Модель прогнозирования чеков в розничном магазине. В качестве входных переменных будет учитываться внутренняя динамика временного ряда, день недели, праздничный или не праздничный день и т.п. Результат по количеству чеков в магазине будет влиять на общие продажи товаров.

2. Модель прогнозирования продаж на уровне товарных групп (или классов). В данной модели все товары будут разбиваться на определенные товарные группы, внутри которых находятся товарные позиции со схожими потребительскими свойствами.

3. Модель прогнозирования продаж на уровне товарной позиции. На данном этапе учитывается эффект от маркетинговой программы, внутренняя динамика товара и т.п. Модель будет выстраиваться для каждого SKU (Stock Keeping Unit), то есть для каждой отдельно взятой товарной позиции.

Здесь необходимо заметить, что общая модель прогноза является нисходящей, то есть результат каждой описанной модели влияет на последующую. Это позволяет выстроить формальную логику процесса формирования продаж в торговой сети и применить ее на практике.

Также стоит отметить, что анализ, приведенный в статье, выстраивается с помощью программного продукта R – языка программирования, специально созданного для статистического анализа. Поэтому теоретическая модель будет тестироваться на практических данных с помощью данного инструмента, затем общая модель будет включена в работу информационных систем розничного предприятия. Это позволит повысить точность политики управления товарными запасами без использования регулярных дополнительных трудозатрат.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситуация и тенденции: российский рынок алкоголя // Исследование аналитической группы Nielsen. 2015. URL: <http://www.nielsen.com/ru/ru/insights/news/2015/Alcohol-market-trends-2015-Russia.html>.
2. Валевич Р.П. Экономика торговой организации: учебное пособие. Минск, 2008. 371 с.
3. Светульников С.Г., Светульников И.С. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник для вузов. Том I. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. 147 с.
4. Светульников С.Г., Светульников И.С. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник для вузов. Том II. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 103 с.
5. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник. М.: ИНФРА-М, 2008. 430 с.
6. Майкл Р. Линдерс, Харольд Е. Фирон. Управление снабжением и запасами. Логистика: зарубежный учебник / пер. с англ. М.: Юнити-Дана, 2007. 752 с.
7. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. СПб.: Питер, 2001. 384 с.
8. Кремер Н.Ш. Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики: учеб.-справ. пособие для бакалавров, 3-е изд., перераб. и доп. / под ред. Н.Ш. Кремера. М.: Изд-во Юрайт, 2012. 685 с.

9. Фёрстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа: руководство для экономистов. М.: Финансы и статистика, 1983.
10. Куприенко Н. В. Статистические методы изучения связей. Корреляционно-регрессионный анализ / под ред. Н.В. Куприенко, О.А. Пономарева, Д.В. Тихонова. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2008. 118 с.
11. Свиридова О.А. Стохастические модели оптимизации управления запасами торговых организаций: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. М., 2015. 26 с.
12. Мاستицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. 2014. URL: <http://r-analytics.blogspot.com>.
13. Хедли Дж., Уайтин Т. Анализ систем управления запасами / пер. с англ. М.: Наука, 1969. 513 с.

Поступила в редакцию 18.03.16

***K.S. Pivkin***

**CORRELATION OF THE FACTORS INFLUENCING THE CUSTOMER DEMAND IN A RETAIL STORE AS A STAGE OF FORMATION OF A MODEL OF PREDICTION AND INVENTORY CONTROL**

The article investigates the role and importance of modeling the consumer demand assessment within the overall inventory control strategy of retailers. Arguments in favor of an extensive analysis of the factors influencing the customer demand are adduced to assess their relevance and justify their inclusion in the final product – the inventory management policy and inventory management model for a retailer. The emphasis is on the empirical identification of factors affecting the demand and on the use of the correlation analysis methods for the quantitative assessment of their impact on the resulting figure. Reasoned conclusions on the impact of each factor under consideration and on the continued inclusion of these factors in the prediction model are made taking into account the extent of their influence. Specialized software for statistical analysis of the data – the programming language R – is applied. Major works in the field of logistics, inventory management, mathematical modeling and prediction are analyzed. The author emphasizes the need to study the methodology of predicting the consumer demand in the leading retail companies of our country and abroad. It is proposed to develop a model of predicting the consumer demand with due account for the evaluated factors, developed through the use of statistical packages of R language.

*Keywords:* correlation analysis, retail, customer demand, time series prediction, inventory management, statistical methods, inventory stochastic control theory, logistics, programming language R.

Пивкин Кирилл Сергеевич, аспирант  
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 1)  
E-mail: [cmme@uni.udm.ru](mailto:cmme@uni.udm.ru)

Pivkin K.S., postgraduate student  
Udmurt State University  
Universitetskaya st., 1/1, Izhevsk, Russia, 426034  
E-mail: [cmme@uni.udm.ru](mailto:cmme@uni.udm.ru)