

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра Математической экономики

Регрессионный анализ динамики выручки

от реализации автозапчастей

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 451 группы

направления (специальности) 38.03.05 Бизнес-информатика

Механико-математический факультет

Полякова Никиты Алексеевича

Научный руководитель
старший преподаватель

С.Н. Купцов

Зав. кафедрой
д.ф.м.н., профессор

С.И. Дудов

Саратов 2019

Введение. Данная работа посвящена прогнозированию показателей выручки от реализации комплектующих изделий (автозапчастей) для оказания услуг автосервиса методами регрессионного анализа с использованием прикладных программ и аддитивной модели. Предпосылкой выбора данной темы послужило то, что существующие условия, в которых осуществляется производственно-коммерческая деятельность предприятия, порождает необходимость применения экономико-математических методов и моделей в планировании для того, чтобы повысить научность принимаемых плановых решений, учесть необходимое количество взаимосвязанных факторов, обеспечить многовариантность плановых расчетов, находить оптимальные варианты планов деятельности предприятия.

Основными задачами корреляционного анализа являются оценка силы связи и проверка статистических гипотез о наличии и силе корреляционной связи. Не все экономические факторы, влияющие на процессы, протекающие в реальных системах, являются случайными величинами, поэтому при анализе экономических явлений обычно рассматриваются связи между случайными и неслучайными величинами. Такие связи называются регрессионными, а метод математической статистики, их изучающий, называется регрессионным анализом.

Использование возможностей современной вычислительной техники, оснащенной пакетами программ машинной обработки статистической информации на ЭВМ, делает практически осуществимым оперативное решение экономических задач методами регрессионного анализа.

При машинной обработке исходной информации на ЭВМ, оснащенных пакетами стандартных программ ведения анализов, вычисление параметров применяемых математических функций является быстро выполняемой счетной операцией.

Более глубоко рассматривая проблему анализа данных, исследователь в данной предметной области может узнать, какие факторы являются наиболее «весомыми» для прогнозирования экономических показателей развития

бизнеса. Именно грамотный прогноз позволяет принимать верные решения о развитии бизнеса, интересующего инвестора, кредитора, государственные органы власти и клиентов бизнеса.

В работе рассматривается прогнозирование показателей выручки от реализации комплектующих изделий для оказания услуг автосервиса (автозапчастей)..

Актуальность темы. Обработка статистических данных применяется в разнообразных видах человеческой деятельности, но ни в одной области знаний и практической деятельности обработка статистических данных не играет такой исключительно большой роли, как в экономике, имеющей дело с обработкой и анализом статистической и отчётной информации о социально-экономических явлениях и процессах. Всесторонний анализ этой информации предполагает использование различных специальных методов, важное место среди которых занимает регрессионный анализ обработки данных. В общественных науках большинство функциональных зависимостей носит статистический характер.

Это создает необходимость изучения одного из эффективных математических методов определения зависимости по множеству измеренных данных, а именно регрессионного анализа.

Целью бакалаврской работы является изучение возможности обработки статистических данных динамики выручки от реализации продукции автосервиса методами регрессионного анализа и построение прогноза выручки по трём торговым точкам с использованием прикладных программ и аддитивной модели.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие **задачи:**

- ознакомиться с моделями временных рядов, методами обработки данных
- освоить теоретические основы прогнозирования динамических рядов по аддитивным моделям (с учётом тренда и сезонности).
- применить полученные знания на практике для реализации прогнозирования динамических рядов по аддитивным моделям с

использованием встроенных функций и командного интерфейса программы Microsoft Excel.

Практическая значимость проводимого исследования состоит том, чтобы максимально упростить задачу планирования деятельности компании на основе данных прогноза и минимизировать тот уровень неопределенности, в пределах которого приходится принимать управленческие решения.

Содержание данной работы состоит из четырех разделов, а именно:

- 1 Регрессионный анализ данных.
- 2 Декомпозиционный анализ временного ряда
- 3 Оценка корреляций
- 4 Прогнозирование показателей выручки от реализации автозапчастей для автосервиса г. Саратова (для трёх торговых точек).

В первом разделе рассматриваются основные понятия, используемые в регрессионном анализе данных.

Регрессионная модель – это функция, описывающая зависимость между количественными характеристиками системы объектов. Эконометрическая модель – это регрессионная модель, количественно описывающие взаимосвязи между экономическими показателями.

Математические модели – это набор математических и логических взаимосвязей между различными элементами системы. Среди методов математического моделирования можно выделить следующие, которые могут применяться для прогнозирования социально-экономических явлений:

- Методы математического программирования;
- Эконометрические и статистические методы;
- Методы принятия решений;
- Методы исследования операций;
- Методы имитационного моделирования;
- Методы нейросетевого моделирования;
- Системно-динамические методы;
- Методы оптимального управления;

- Методы сетевого моделирования;
- Методы матричного моделирования.

Так же приводятся типы исходных данных при учете которых можно построить экономическую модель и классификация временных рядов.

Временной ряд – это совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов (периодов) времени. В отечественной литературе для этого термина используются синонимы «динамический ряд» и «ряд динамики».

Далее рассматривается оценка тенденции временного ряда с использованием модели линейной регрессии, определяются задачи регрессионного анализа и приводится эмпирическое и теоретическое уравнение регрессии и схематичное изображение возможного несовпадения между ними.

Если функция регрессии линейна, то речь ведут о линейной регрессии. Модель линейной регрессии является наиболее распространенным (и простым) уравнением зависимости между экономическими переменными. Линейная регрессия (теоретическое линейное уравнение регрессии) представляет собой линейную функцию между условным математическим ожиданием $M(Y | X = x_i)$ зависимой переменной Y и объясняющей переменной X :

$$M(Y | X = x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i.$$

Принципиальной в данном случае является линейность по параметрам β_0, β_1 уравнения.

Для отражения факта, что каждое индивидуальное значение y_i отклоняется от соответствующего условного математического ожидания, необходимо ввести в соотношение случайное слагаемое ε_i .

$$M(Y | X = x_i) + \varepsilon_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i.$$

Это соотношение называется теоретической линейной регрессионной моделью; β_0, β_1 - теоретическими параметрами (теоретическими коэффициентами) регрессии; ε_i - случайным отклонением.

В общем виде теоретическую линейную регрессионную модель будем представлять в виде:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon.$$

По выборке ограниченного объема мы сможем построить так называемое эмпирическое уравнение регрессии

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i,$$

где \hat{y}_i - оценка условного математического ожидания $M(Y | X = x_i)$;

b_0, b_1 - оценки неизвестных параметров β_0, β_1 , называемые эмпирическими коэффициентами регрессии. следовательно, в конкретном случае:

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i,$$

где отклонение e_i - оценка теоретической базы для генеральной совокупности и выборки оценки b_0, b_1 практически всегда отличаются от истинных коэффициентов β_0, β_1 , что приводит к несовпадению эмпирической и теоретической линии регрессии.

Далее в работе рассматриваются критерии аппроксимации для оценки коэффициентов линейной регрессии, приводится метод нахождения коэффициентов, при котором минимизируется сумма квадратов отклонений, а именно метод наименьших квадратов (МНК) и проводится расчет оценок неизвестных параметров β_0, β_1 , (коэффициентов b_0, b_1)

Практически, в статистических программах и электронных таблицах данные расчеты могут быть реализованы с использованием встроенных функций. Так, в программе MSExcel существуют встроенные функции ОТРЕЗОК() и НАКЛОН(), выполняющие расчёт соответствующих коэффициентов на основании исходных данных.

Далее в работе оценка линейной регрессии производится для трендовой компоненты временного ряда, в качестве переменной x используется номер периода времени (квартал), в качестве переменной y – выручка от реализации продукции автосервиса (трёх торговых представительств, или «торговых точек»).

Во втором разделе более подробно рассматриваются понятия временного ряда и составляющих его компонентов.

Каждый уровень временного ряда формируется под воздействием большого числа факторов, которые условно можно подразделить на три группы:

- факторы, формирующие тенденцию (тренд) динамического ряда данных;
- факторы, формирующие циклические (сезонные) 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.

Представленные графики гипотетических временных рядов, отображающих возрастающую тенденцию, содержащие только случайную компоненту и только сезонную компоненту соответственно.

Очевидно, что реальные данные не соответствуют полностью ни одной из описанных выше моделей. Чаще всего они содержат все три компоненты. Каждый их уровень формируется под воздействием тенденции, сезонных колебаний и случайной компоненты.

Тенденция – это устойчивое, систематическое изменение значений временного ряда в течение достаточно долгого периода. Определение тенденции не является строгим, поскольку включает понятие «достаточно долгий». Очевидно, что для разных явлений длительность такого периода будет различной, поэтому то, что сейчас воспринимается, как тенденция, может на самом деле оказаться частью колебательного процесса с большим периодом колебаний. Об этом следует помнить при построении моделей. В экономике трендом считают ту тенденцию, которая формируется под воздействием следующих факторов:

- технологическое и экономическое развитие;
- рост потребления и изменение его структуры;
- изменение демографических характеристик популяции и т.д.

Сезонная компонента описывает регулярные изменения, обусловленные влиянием на изучаемое явление (наблюдаемое значение показателя) некоторых, внешних по отношению к этому явлению факторов, действующих с заранее известной периодичностью. Типичными примерами сезонного эффекта являются колебание цен на сельскохозяйственную продукцию, потребление сезонных товаров, объем продаж перед праздниками и т.д. Основной принцип анализа сезонных компонент заключается в переходе от сравнения всех значений ряда между собой к сравнению значений через определенный период времени, что позволяет снизить оценку вариации временного ряда около его среднего значения (продажи в декабре этого года сравнивают с продажами в декабре прошлого).

Циклическая компонента имеет больший период колебаний, чем сезонная, т.е. изменения временного ряда являются достаточно плавными и заметными для того, чтобы включить их в случайную составляющую, но их нельзя отнести ни к тренду, ни к периодической сезонной компоненте.

Далее приводятся три основных формы декомпозиции временного ряда. Мультипликативная модель временного ряда в которой временной ряд представлен как произведение перечисленных компонент и модель в которой временной ряд представлен как сумма перечисленных компонент, называемая аддитивная модель временного ряда, последняя из которых рассматривается в работе подробно.

Реальные системы прогнозирования всегда делают поправку на элемент случайности, и ни один способ прогнозирования не в состоянии предусмотреть случайные события. Если в данных за прошедший период времени отмечается некоторая периодичность, то можно использовать этот метод для получения довольно точных прогнозов. А чем точнее прогноз, тем менее рискованной становится деятельность компании.

Аддитивную модель прогнозирования можно представить в виде:

$$Y = T + S + E, \text{ где}$$

Y – прогнозируемое значение;

T – тренд;

S – сезонная компонента;

E – ошибка прогноза.

Применение мультипликативных моделей обусловлено тем, что в некоторых временных рядах значение сезонной компоненты представляет собой определенную долю трендового значения. Эти модели можно представить в виде:

$$Y = T * S * E.$$

На практике отличить аддитивную модель от мультипликативной можно по величине сезонной вариации. Аддитивной модели присуща практически постоянная сезонная вариация, тогда как у мультипликативной, она возрастает или убывает, графически это выражается в изменении амплитуды колебания сезонного фактора.

Далее приводится алгоритм построения прогнозной модели (аддитивная форма):

1. Определим коэффициент корреляции и измерим тесноту связи между расходами на конечное потребление текущего и предыдущего годов.
2. Выравнивание исходного ряда методом скользящей средней.
3. Расчет значений сезонной компоненты S.
4. Устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных в аддитивной модели (трендовая составляющая).
5. Расчет значений полученных по модели значений тренда T с использованием полученного уравнения тренда (регрессионная модель).
6. Прогнозирование по аддитивной модели.
7. Расчет абсолютных или относительных ошибок.

В третьем разделе рассматривается понятие корреляционной зависимости и автокорреляции уровней временного ряда.

Два важных свойства коэффициента автокорреляции:

- во-первых, он строится по аналогии с линейным коэффициентом корреляции и, таким образом, характеризует тесноту только линейной связи текущего и предыдущего уровней ряда. Поэтому по коэффициенту автокорреляции можно судить о наличии линейной (или близкой к линейной) тенденции. Для некоторых временных рядов, имеющих сильную нелинейную тенденцию (например, параболу второго порядка или экспоненту), коэффициент автокорреляции уровней исходного ряда может приближаться к нулю.

- во-вторых, по знаку коэффициента автокорреляции нельзя делать вывод о возрастающей или убывающей тенденции в уровнях ряда. Большинство временных рядов экономических данных содержат положительную автокорреляцию уровней, однако при этом они могут иметь убывающую тенденцию.

Последовательность коэффициентов автокорреляции уровней первого, второго и т. д. порядков называют автокорреляционной функцией временного ряда.

Анализ автокорреляционной функции позволяет определить лаг, при котором автокорреляция наиболее высокая, следовательно, лаг, при котором связь между текущим и предыдущими уровнями ряда наиболее тесная, т. е. при помощи анализа автокорреляционной функции можно выявить структуру ряда.

Если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции первого порядка, исследуемый ряд содержит только тенденцию. Если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции порядка j , ряд содержит циклические колебания с периодичностью в j моментов времени.

Если ни один из коэффициентов автокорреляции не является значимым, можно сделать предположение относительно структуры этого ряда: либо ряд не содержит тенденции и циклических колебаний, либо ряд содержит сильную нелинейную тенденцию, для выявления которой нужно провести дополнительный анализ.

В четвертом разделе выпускной квалификационной работы производятся расчеты коэффициентов автокорреляции уровней для выявления во временном ряде наличия или отсутствия трендовой компоненты T и циклической (сезонной) компоненты S . Далее, пошагово строится прогноз выручки от продаж на основании данных за два года 2017, 2018 (сезоны с 1 по 8) и первый сезон за 2019 г. на следующие три сезона 2019 г. руководствуясь вышеуказанным алгоритмом. Сезоны относятся к кварталам года, исключены летние месяцы и январь, когда объём продаж очень низок.

Заключение. В работе рассмотрен анализ выручки от реализации автозапчастей тремя торговыми павильонами автосервиса. В программе MSExcel выполнен анализ данных, по результатам которого можно судить о хорошем качестве аппроксимации за выбранные периоды. Проведена «сезонная» аналитика данных, выполнен прогноз.

При анализе данных задействованы пакет регрессионного анализа и функциональные возможности MSExcel.

Обосновано применение аддитивной модели прогнозирования данных о выручке по трём торговым точкам, при этом трендовая составляющая подсчитывается с использованием стандартной процедуры – методом наименьших квадратов, использован встроенный аппарат анализа электронной таблицы MSExcel.

Данные прошли предварительную систематизацию и анализ, и на их основе построены значимые, с точки зрения регрессионных тестов, результаты для каждого объекта.

Практически все экономические процессы в бизнесе подвержены такому явлению, как сезонность. Именно сезонность и только она способна оказывать значительное влияние на различные хозяйственные процессы как позитивный фактор, несмотря на временный спад продаж, поскольку в этот период закладывается фундамент развития и перспективы.

При помощи существующих математических моделей, прикладных компьютерных программ возможно осуществить комплексное исследование

трендовых и сезонных компонент временных рядов, провести их всесторонний анализ и предугадать (спрогнозировать) результаты реализации того или иного экономического проекта или процесса в области продаж.

Благодаря этому можно скорректировать деятельность не только автопредприятия, но и головной фирмы, осуществляющей инвестиции в бизнес и расширяющей его.