

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Прогнозирование продаж торговой компании» содержит 29 страниц текста, 1 приложение, 8 использованных источников.

ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ СГЛАЖИВАНИЕ, МОДЕЛЬ ХОЛЬТА-ВИНТЕРСА, ARIMA.

Цель работы — исследовать методы анализа временных рядов для задачи прогнозирования количества продаж.

В результате исследований описаны модели временных рядов и оценки их качества. На основе статистики продаж пяти товаров «Сибирской кондитерской компании» были построены модель экспоненциального сглаживания, модель Хольта-Винтерса, модель авторегрессии-скользящего среднего и приведены оценки качества их работы. Выявлены модели с наименьшими ошибками прогнозирования и их параметры для каждого из товаров.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Модели прогнозирования временных рядов	5
1.1 Основные определения	5
1.1.1 Основные описательные статистики для временных рядов	9
1.1.2 Методы анализа временных рядов	10
1.2 Модели прогнозирования временных рядов	11
1.2.1 Наивная модель	11
1.2.2 Экспоненциальное сглаживание	12
1.2.3 Модель Хольта-Винтерса	12
1.2.4 ARMA	13
1.3 Оценка моделей	15
1.4 Выводы по первой главе	16
2 Решение задачи прогнозирования количества продаж для компа- нии «Сибкон»	17
2.1 Постановка задачи	17
2.2 Этапы решения задачи прогнозирования продаж	17
2.2.1 Решение проблемы пропущенных данных	18
2.2.2 Проверка на стационарность	19
2.2.3 Построение модели экспоненциального сглаживания	22
2.2.4 Построение модели Хольта-Винтерса	23
2.2.5 Построение модели ARIMA	23
2.3 Выводы по второй главе	25
Заключение	28
Список использованных источников	29
Список таблиц	30
Список иллюстраций	31

Приложение А. 32

ВВЕДЕНИЕ

Решение задачи прогнозирования временных рядов играет важнейшую роль в процессах планирования и управления в различных сферах науки и техники. Применение каких-либо из существующих в настоящее время математических моделей и методов прогнозирования временных рядов тесно связано со спецификой предметной области и классификацией прогнозируемого временного ряда.

Важные результаты этой теории получены такими учеными, как Бокс Дж. и Дженкинс Г., в работе [3] «Анализ временных рядов, прогноз и управление». В основе исследований лежит использование данных о корреляционной функции одномерного и многомерного временных рядов. Особое внимание уделено нестационарным временным рядам, содержащим либо стационарные приращения, либо периодические нестационарности.

В бакалаврской работе исследуется задача прогнозирования продаж торговой компании. Основными объектами в этой области являются временные ряды. Поэтому в анализе продаж используются классические методы работы с временными рядами.

Целью является исследование методов анализа временных рядов для задачи прогнозирования количества продаж торговой компании.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи.

1. Провести обзор существующих методов анализа временных рядов.
2. Исследовать модели экспоненциального сглаживания, тройного экспоненциального сглаживания и модели авторегрессии-скользящего среднего.
3. Провести вычислительные эксперименты на реальных данных.

Предложенные методы позволяют построить модели временного ряда и предсказать его поведение на основе его предыдущих признаков. Разработанный комплекс программ может быть использован в практических целях, таких как прогнозирование продаж.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных "Про-

спект Свободный 2023" и докладывались на заседаниях научного семинара кафедры высшей и прикладной математики.

Структура и объем работы. ВКР состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы, 1 приложения, списка таблиц, списка иллюстраций. Общий объем ВКР составляет 39 страниц, включая приложения; иллюстративный материал представлен 6 рисунками и 26 таблицами; список литературы содержит 8 наименований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках ВКР был проведен анализ работы трёх моделей прогнозирования временных рядов: экспоненциального сглаживания, Хольта-Винтерса и ARMA. Эти модели были реализованы и протестированы на 5 временных рядах, которые представляли собой данные по продажам пяти товаров Сибирской кондитерской компании за несколько лет. Каждая модель тестировалась при различных параметрах и при двух способах решения проблемы пропущенных данных: заполнение средним значением и удаление записей с пропусками.

По результатам анализа работы всех рассмотренных моделей было выявлено, что наилучшая модель для прогнозирования временных рядов для представленных исходных данных является модель экспоненциального сглаживания с параметром $\alpha = 0,5$ при заполнении пропусков средним значением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон – М. : Мир, 1976. – 756 с.
2. Артамонов Н. В. Введение в анализ временных рядов: учебное пособие для вузов / Н. В. Артамонов, Е. А. Ивин, А. Н. Курбацкий, Д. Фантаццини ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Московская школа экономики, Кафедра эконометрики и математических методов экономики. – Вологда : ВолНЦ РАН, 2021. – 134 с.
3. Бокс Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление. В 2 томах. Т. 1 / Дж. Бокс, Г. Дженкинс – М. : Мир, 1974. – 406 с.
4. Гасников А. В. Лекции по случайным процессам : учебное пособие / А. В. Гасников, Э. А. Горбунов, С. А. Гуз и др.; под ред. А. В. Гасникова. – Москва : МФТИ, 2019. – 285 с.
5. Миллер Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах / Б. М. Миллер, А. Р. Панков – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
6. Нильсен Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение / Э. Нильсен – СПб. : ООО «Диалектика», 2021. – 544 с.
7. Ханк Д. Э. Бизнес-прогнозирование: 7-е издание / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райтс, – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656 с.
8. James D. Hamilton. Time Series Analysis / James D. Hamilton – Princeton University Press, 1994. – 820 с.

Список таблиц

1.1 Сравнение моделей временных рядов	16
2.1 Основные функции программы	18
2.2 Количество пропущенных данных	19
2.3 Результаты теста Дики-Фуллера	21
2.4 Оценка модели экспоненциального сглаживания для товара 24 .	22
2.5 Оценка модели Хольта-Винтерса для товара 24	23
2.6 Параметры (p, d, q) , соответствующие наименьшему значению BIC	24
2.7 Оценка модели $ARIMA(0, 1, 1)$ для товара 24	24
2.8 Модели с наименьшими ошибками прогнозирования при удале- нии или заполнении средним значением пропущенных данных для товара 24	26
2.9 Модели с наименьшими ошибками прогнозирования для всех то- варов	27
A.1 Оценка модели экспоненциального сглаживания для товара 22	32
A.2 Оценка модели Хольта-Винтерса для товара 22	32
A.3 Оценка модели $ARIMA(0, 1, 1)$ для товара 22	32
A.4 Модели с наименьшими ошибками прогнозирования при удале- нии или заполнении средним значением пропущенных данных для товара 22	33
A.5 Оценка модели экспоненциального сглаживания для товара 23	33
A.6 Оценка модели Хольта-Винтерса для товара 23	34
A.7 Оценка модели $ARIMA(0, 1, 1)$ и $ARIMA(1, 1, 1)$ для товара 23	34

A.8	Модели с наименьшими ошибками прогнозирования при удалении или заполнении средним значением пропущенных данных для товара 23	35
A.9	Оценка модели экспоненциального сглаживания для товара 25	35
A.10	Оценка модели Хольта-Винтерса для товара 25	36
A.11	Оценка модели $ARIMA(1, 1, 0)$ для товара 25	36
A.12	Модели с наименьшими ошибками прогнозирования при удалении или заполнении средним значением пропущенных данных для товара 25	36
A.13	Оценка модели экспоненциального сглаживания для товара 26	37
A.14	Оценка модели Хольта-Винтерса для товара 26	37
A.15	Оценка модели $ARIMA(2, 1, 3)$ для товара 26	37
A.16	Модели с наименьшими ошибками прогнозирования для товара 26	37


Список иллюстраций

2.1	Схема решения задачи	17
2.2	График стационарного временного ряда	19
2.3	График нестационарного временного ряда	20
2.4	График модели экспоненциального сглаживания при $\alpha = 0,5$. . .	22
2.5	График модели Хольта-Винтерса при $L=30$	23
2.6	График модели $ARIMA(0, 1, 1)$	25

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт математики и фундаментальной информатики
Кафедра высшей и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


 / С.Г. Мысливец

« 22 » июня 2023 г.


БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ

Руководитель  22.06.23 доцент, кандидат физико- Е.Е. Голденок
математических наук

Выпускник  ХК 22.06.23 М.А. Хромушкина

Нормоконтролер  22.06.23 Т.Н. Шипина

Красноярск 2023