

Результаты проведения канонического анализа свидетельствуют о том, что на уровне государственной политики актуально следить за развитием показателей пищевой сферы, так она тесно связана как с экономической, так и с социальной сферой. Таким образом, государственная политика должна быть направлена на развитие пищевой промышленности, так как ее отрасли напрямую влияют на показатели здоровья и благосостояния населения, которые в свою очередь влияют на уровень рождаемости и смертности в стране.

Список использованных источников

1. Калинина В. Н., Соловьев В. И. Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2003. – 66 с.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 1402 с.
3. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шеффер. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб.пособие для вузов / под ред. проф. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999 – 598 с.

АНАЛИЗ ПРОДАЖ МЕТОДАМИ АДАПТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Д.Р. Сафиуллина

Научный руководитель А.В. Дюжева

В настоящее время рыночные отношения на любом уровне от государственного до частного предпринимательства требуют изучения целого ряда факторов, таких как активный спрос и существующие предложения, а также тесно связанных с ними показателей продаж различных видов продукции. Отделы маркетинга любой организации проводят непрерывный анализ показателей в их динамике. Данные показатели изучаются различными методами, среди которых важное место для анализа продаж занимают методы динамического анализа, которые

позволяют отслеживать факторы сезонности, цикличности, долгосрочной тенденции, а также учитывают факторы случайности. В связи с этим актуальностью данной работы является изучение динамики продаж продукции фармацевтической компании Innovation с целью повышения продаж и эффективной деятельности компании.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что по результатам исследования будут сделаны выводы, позволяющие грамотно оценивать прогнозные показатели продаж в различные периоды времени при различных условиях.

Целью данной работы является изучение динамики и моделей адаптивного прогнозирования продаж продукции фармацевтической компании Innovation.

Компанией Innovation, занимающейся распространением медицинских изделий и космецевтических продуктов, были предоставлены данные о продажах одного из своих продуктов, а именно спрея для увлажнения кожи и устранения зуда, в период от начала продаж, т.е. с января 2015 года по декабрь 2017 года. Данные о количестве продаж за рассматриваемый период представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о продажах

Месяц	2015	2016	2017
январь	2	11	26
февраль	39	10	31
март	42	88	61
апрель	48	18	22
май	87	39	53
июнь	43	146	62
июль	48	44	13
август	15	44	80
сентябрь	97	32	28
октябрь		26	51
ноябрь		64	59
декабрь		8	6

Поскольку за 2015 год некоторые данные отсутствуют, для данного периода проводилось сглаживание данных методом скользящей средней с

интервалом сглаживания 3, после чего была проведена процедура восстановления данных по расчетам среднего абсолютного прироста. Восстановленные данные были включены в исходный ряд данных, для которого также было осуществлено сглаживание методом простой скользящей средней с интервалом сглаживания 12. Так из 36 исходных уровней временного ряда были получены 25 сглаженных уровней. Графики исходного и сглаженного рядов динамики показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Сглаживание исходных данных

Для получившегося сглаженного динамического ряда поэтапно проводилось построение адаптивной модели Хольта.

На первом этапе по первым 12 наблюдениям ($l = [25/2]$) временного ряда методом наименьших квадратов были определены начальные значения параметров A_0 и B_0 . Уравнение для первых 12 наблюдений временного ряда приняло вид:

$$(1) \hat{y}_t = 50,75 + 0,03 \cdot t .$$

На втором этапе по модели (1) с использованием значений параметров A_0 и B_0 было вычислено первое расчетное значение члена ряда \hat{y}_1 . На третьем этапе проводился расчет отклонения прогнозного значения уровня ряда от его фактического значения ε при $k = 1$, а также расчет относительная ошибка аппроксимации $\varepsilon\%$.

На четвертом этапе, используя значение найденной ошибки прогноза, была выполнена корректировка параметров A_t и B_t при заданных значениях коэффициентов сглаживания $\alpha_1=0,9$ и $\alpha_2=0,1$. Оптимальное значение данных коэффициентов устанавливалось итеративно, путем многократного построения модели при различных значениях α_1 и α_2 с выбором наилучшей по критерию минимума среднеквадратического отклонения остатков. В таблице 2 представлены результаты вычислений параметров модели для всех 25 итераций корректировки параметров модели и прогноза уровней ряда.

Таблица 2 – Модель Хольта

Время t	Исходный ряд продаж y_t	Параметры модели		Расчетный уровень ряда при $k=1$	Ошибка расчетного уровня ε	Относительная ошибка, $\varepsilon\%$
		A_t	B_t			
0	-	50,75	0,03	-	-	-
1	52,15	52,01	0,15	50,78	1,36	2,62
2	50,58	50,74	0,01	52,16	-1,58	3,12
3	48,69	48,89	-0,18	50,75	-2,06	4,24
4	51,52	51,24	0,08	48,72	2,80	5,44
5	48,44	48,73	-0,18	51,32	-2,88	5,95
.....						
24	41,17	41,14	-0,36	40,92	0,25	0,61
25	41,00	40,98	-0,34	40,78	0,22	0,54
Дисперсия ошибки					8,82	-
Среднеквадратическая ошибка					2,97	-
Средняя относительная ошибка аппроксимации, %					-	4,94
Средняя ошибка					-0,17	-
Максимальная абсолютная ошибка аппроксимации					8,31	16,75
Минимальная абсолютная ошибка аппроксимации					0,00	0,01

После выполнения расчетов по всем 25 итерациям модель прогноза Хольта на последнем шаге вычислений принимает вид:

$$(2) \hat{y}_{(t+k)} = 40,98 - 0,34 \cdot k.$$

С использованием полученной модели (2) был выполнен точечный ретро прогноз с упреждением на три месяца вперед. В качестве контрольной последовательности были взяты сглаженные уровни ряда, восстановленные по расчетам среднего абсолютного прироста. Результаты расчета ретро прогноза продемонстрированы в таблице 3.

Таким образом, характеристики остаточных отклонений модели Хольта показывают достаточно хорошую точность аппроксимации исходного ряда динамики данной моделью, так как средняя относительная ошибка аппроксимации составляет $\bar{\varepsilon}\%_t = 4,94\%$.

Таблица 3 –Точечный ретро прогноз

Упреждение k	Номер уровня ряда при $t = 25 (t +$ $k)$	Значение		Ошибка прогноза ε	Относительная ошибка прогноза, $\varepsilon\%$
		фактическое	прогнозное		
1	34	40,55	40,63	-0,08	0,20
2	35	40,11	40,29	-0,18	0,45
3	36	39,66	39,95	-0,28	0,71
Средний модуль ошибки прогноза без наибольшего выброса				0,13	0,32

Точечный ретро прогноз также демонстрирует хорошие результаты, так как среднее значение относительной ошибки прогноза без наибольшего выброса составляет 0,32%.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что используемая адаптивная модель Хольта демонстрирует достаточно высокое качество прогноза, поскольку полученный прогноз имеет низкий коэффициент погрешности.

Список использованных источников

1. Анализ данных [Текст]: учеб.пособие для академического бакалавриата / В. С. Мхитарян [и др.], отв. ред. В. С. Мхитарян. — М.: Юрайт, 2016. — 490 с.
2. Миркин, Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 174 с. — (Серия : Авторский учебник).
3. <https://studfiles.net/preview/6278094/page:24>
4. https://studopedia.ru/9_156169_dinamicheskie-modeli-modeli-avtoregressii-i-skolzyashchego-srednego.html