

УДК 338.27

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ИНТЕРВАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЁМОВ ПРОДАЖ

А.А. Ильин, В.А. Цветков

Костромской государственный технологический университет

В работе представлен инструмент, позволяющий осуществлять прогнозирование объёмов продаж на основе технического и фундаментального анализа с применением адаптивного интервального прогнозирования, количественного преобразования качественных факторов спроса, а также наложения циклических временных рядов.

Ключевые слова: прогнозирование, анализ, спрос, модель, интервал, адаптивность, продажи.

В настоящее время многие российские компании сталкиваются с проблемой оценки параметров будущего развития и рисков, что делает разработку новых методов и моделей прогнозирования одним из приоритетных направлений экономико-математического анализа рынка и предприятий. Основным направлением в планировании своей производственной деятельности они считают краткосрочное точечное прогнозирование, основанное на трендовом моделировании, которое не даёт точного объективного представления об основных проблемах будущего развития.

В настоящей статье представлена модель прогнозирования объёмов продаж, основанная на комбинировании технического и фундаментального анализа рынка, использовании методики наложения временных рядов циклического спроса и перевода качественных показателей, характеризующих рынок, в количественные показатели.

Наибольшей сложностью в прогнозировании отличаются фондовые и валютные рынки, так как на них ежедневно и ежечасно заключаются сотни и даже тысячи крупных сделок. Отследить их все не представляется возможным, поэтому аналитики используют для изучения таких рынков технический и фундаментальный анализ, в составе которых разработаны множество индикаторов и стратегий.

Технический анализ – прогнозирование изменений в будущем на основе анализа изменений в прошлом. В его основе лежит анализ временных рядов – «чартов» (от англ. *chart*). Помимо временных рядов, в техническом анализе используется информация о ёмкости рынка и другие статистические данные.

Фундаментальный анализ основан на изучении финансовых и производственных показателей основных игроков рынка, а также основных конъюнктурных факторов, влияющих на них.

Зачастую результаты, полученные при использовании этих методов анализа рынка, противоречат друг другу, поэтому большинство аналитиков противопоставляют технический анализ фундаментальному и стараются придерживаться лишь одного метода.

Для объединения методов рыночного анализа в единую систему необходимо исключить побочные сходства, отдав приоритет наиболее точным индикаторам, а также выделить и совместить наиболее важные различия, что позволит получить целостную картину рынка.

На рисунке 1 представлен алгоритм, позволяющий реализовать данную модель в программной среде.

Для применения модели необходимы первичные данные – показатели продаж за определённый (желательно максимально возможный) период времени. На первом этапе необходимо собрать информацию, касающуюся объёмов продаж и основных факторов внешней и внутренней среды, которые оказывают воздействие на продажи.

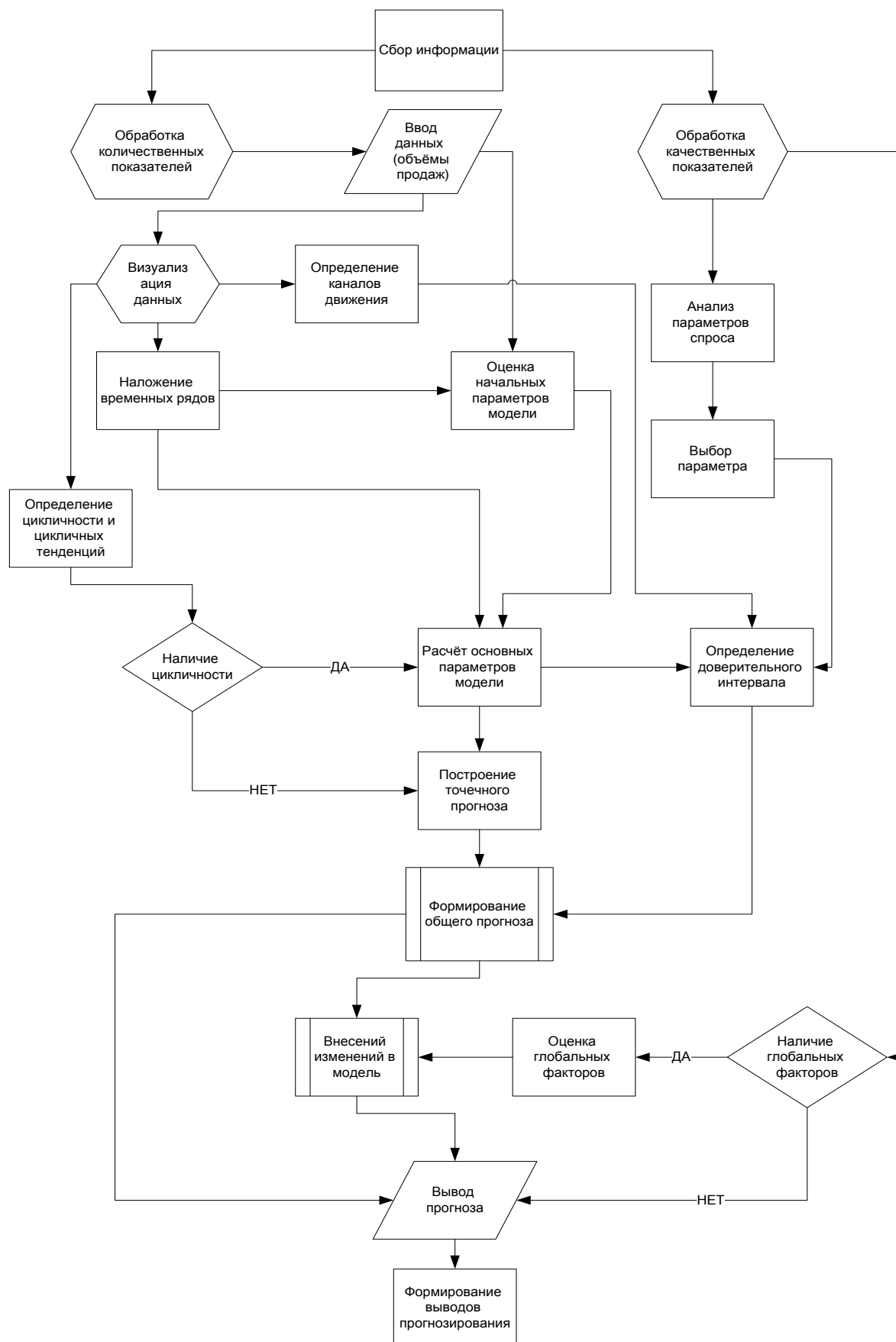


Рис. 1. Алгоритм многофакторной модели прогнозирования.

Сбор информации по объёмам продаж может осуществляться:

- в натуральном выражении – для однородной продукции (прямо пропорциональная зависимость объёмов продаж различных групп товаров);
- в стоимостном выражении – для совокупности разных видов продукции.

Основной временной ряд формируется на основе собранных данных.

Средствами Excel задаётся два столбца (строки):

1. Последовательность минимальных уровней наблюдения, выраженная временными значениями (год, квартал, месяц, день). Возможно присвоение порядкового номера.
2. Присвоение минимальным уровням наблюдения количественных данных (объёмов продаж), представленных в числовом или денежном выражении.

Для наиболее точного прогнозирования необходимо анализировать максимально возможное количество уровней наблюдения. Прогноз продаж при количестве минимальных уровней наблюдения меньшем шести не является целесообразным, так как не даёт точных результатов. В данном случае необходимо основываться исключительно на фундаментальном анализе рынка. Для наибольшей достоверности прогноза срок упреждения должен быть не более $1/3$ базы прогноза. Например, если количество анализируемых уровней наблюдения равно 12, то прогнозирование целесообразно осуществлять не более чем на 4 уровня вперёд.

Для наглядности использования данной модели в качестве исходных данных были взяты объёмы продаж крупного промышленного предприятия ОАО «Галичский автокрановый завод» в натуральном выражении. На основе сформированного общего временного ряда (табл. 1) построен график продаж (рис. 2).

Таблица 1.

Показатели базового временного ряда.

Номер уровня	Объём продаж (шт.)	Номер уровня	Объём продаж (шт.)	Номер уровня	Объём продаж (шт.)	Номер уровня	Объём продаж (шт.)	Номер уровня	Объём продаж (шт.)
1	68	15	103	29	111	43	23	57	58
2	78	16	107	30	122	44	24	58	58
3	91	17	108	31	118	45	25	59	58
4	85	18	97	32	106	46	25	60	68
5	92	19	111	33	104	47	24	61	42
6	92	20	125	34	67	48	42	62	56
7	92	21	113	35	37	49	20	63	65
8	108	22	130	36	19	50	30	64	68
9	99	23	124	37	4	51	43	65	59
10	103	24	133	38	9	52	46	66	64
11	97	25	97	39	15	53	38	67	62
12	99	26	113	40	29	54	51	68	72
13	80	27	123	41	18	55	42	69	
14	92	28	133	42	19	56	54	70	

Общее количество уровней наблюдения равняется 68 месяцам. Максимальный период упреждения равен 22 месяцам, что является 1/3 от числа 68.

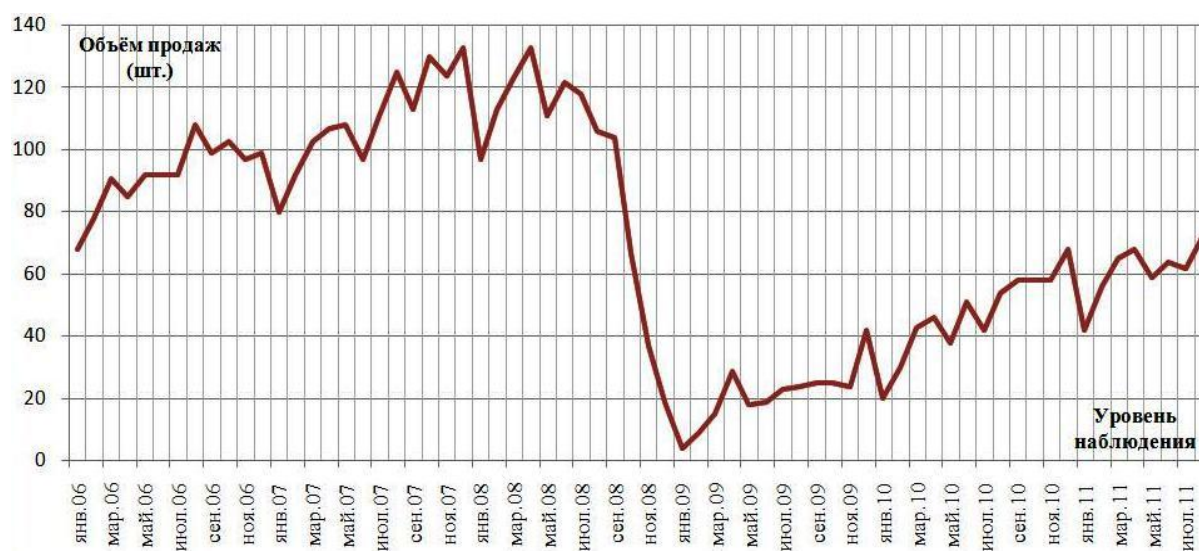


Рис. 2. Динамика фактических объемов продаж ОАО «Галичский автокрановый завод»

График динамики продаж, представленный на рисунке 2, даёт возможность проведения графического анализа для выявления цикличности спроса и его характерных закономерностей.

Для того чтобы выявить цикличность спроса на рынке, необходимо найти точки экстремумов на предварительно разделённом на равноценные временные периоды графике продаж. Если точки экстремумов имеют одинаковый характер движения, формируя тенденцию, и выпадают на равнозначные уровни наблюдения общего временного ряда, то данные точки являются соответственно началом и концом временного цикла спроса. Если же в результате графического анализа точки экстремумов не могут быть присвоены равнозначным уровням наблюдения, то спрос на исследуемый продукт признаётся нециклическим, а дальнейшее наложение циклических временных рядов не требуется. Если на графике продаж обнаружены циклические закономерности, не являющиеся признаком циклическости спроса (т.к. отсутствует тенденция), то данные закономерности признаются экстремумами цикла.

В результате графического анализа фактической динамики продаж ОАО «Галичский автокрановый завод» спрос не был признан циклическим, однако были выявлены точки зарождения циклической закономерности, отмеченные на рисунке 3.



Рис. 3. Фактическая динамика продаж ОАО «Галичский автокрановый завод». Точки зарождения цикла

Таким образом, периодом циклической закономерности является год, январь же является годовым циклическим пиком спада, следовательно, для

дальнейшего анализа необходимо изучить внутрициклические закономерности с помощью наложения годовых временных рядов. Данный метод изображён на рисунке 4.

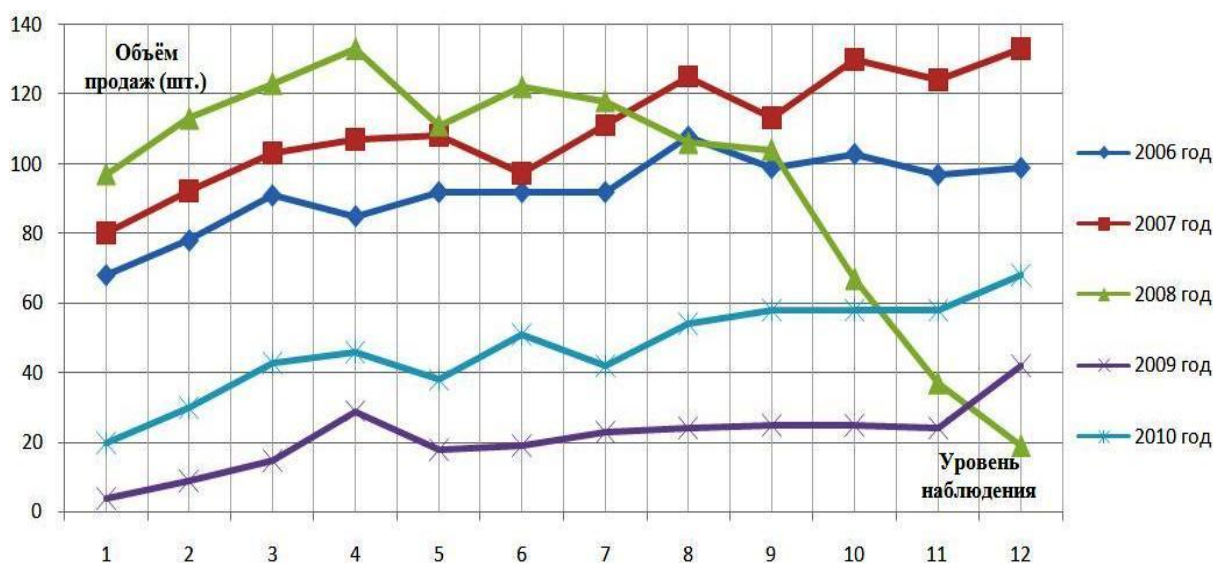


Рис. 4. Графический анализ внутрициклических тенденций методом наложения временных рядов

В результате графического анализа внутрициклических тенденций была выявлена одна явная закономерность: рост объемов продаж в течение 1, 2 и 3 уровней наблюдения. Таким образом, существует большая вероятность исключительно положительной тенденции в период с января по март ежегодно, т.е. в феврале объем продаж должен быть больше, чем в январе, а в марте – больше, чем в феврале.

Далее необходимо отследить тенденцию, сформировавшуюся в ближайший к прогнозу временной ряд и обозначить границы развития данной тенденции. Для этого обозначим на графике продаж последний тренд, сформированный соответствующим минимумом и максимумом, проведя две параллельные линии. На графике продаж, изображенном на рисунке 2, видно, что последний тренд формируется в минимуме, расположенном на отметке январь 2009 года. Параллельный максимум данной тенденции зафиксирован на отметке декабрь 2010 года. Таким образом, на основе имеющихся данных можно изобразить восходящий

канал движения объёмов продаж ОАО «Галичский автокрановый завод», что и представлено на рисунке 5.

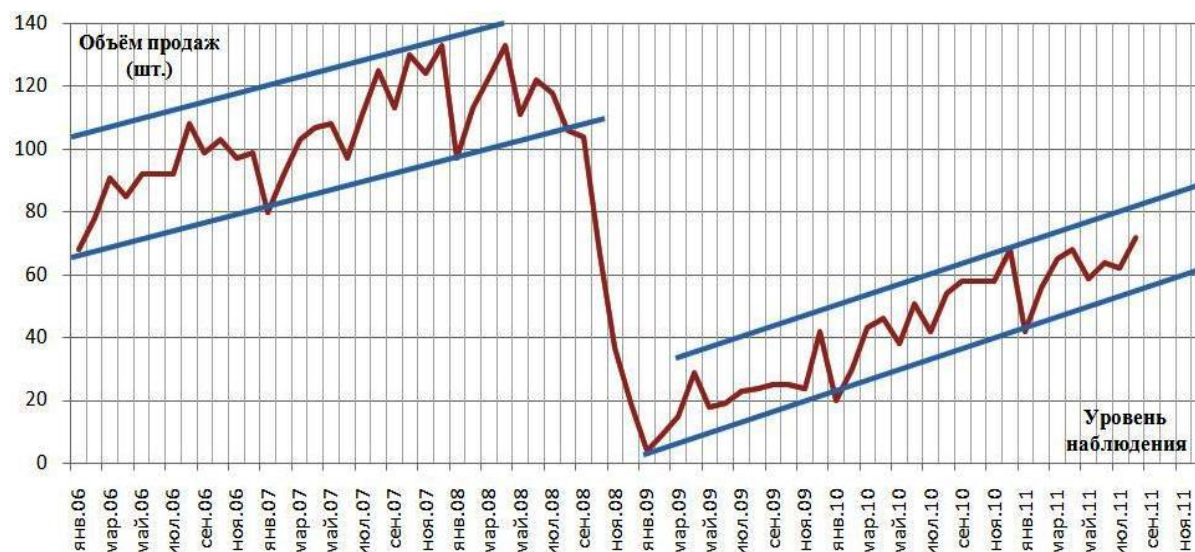


Рис. 5. Анализ объёмов продаж на основе трендовых каналов движения

Таким образом, технический анализ объёмов продаж ОАО «Галичский автокрановый завод», произведённый на основе графических индикаторов, свидетельствует о следующем:

1. В данный момент преобладает восходящий тренд в узком канале.
2. Прогноз объёмов продаж в сентябре находится в диапазоне 55-85.
3. Прогноз объёмов продаж в октябре находится в диапазоне 57-87.
4. Прогноз объёмов продаж в ноябре находится в диапазоне 59-89.
5. Прогноз объёмов продаж в декабре находится в диапазоне 61-91.

Технический анализ выдаёт приблизительные результаты и графический диапазон прогнозирования. Его основной целью является выявление общих тенденций и закономерностей, а также определение максимальных границ прогнозирования в рамках текущей тенденции. Для увеличения точности необходимо использовать прогнозирование с помощью адаптивной модели Брауна и коррекции на основе качественных показателей рынка.

Адаптивная модель Брауна отличается от других адаптивных моделей особым механизмом приспособления к новым данным.

Особенностью данной модели является также корректировка её параметров с помощью коэффициента дисконтирования, отражающего большую степень доверия к более поздним данным. Таким образом, адаптивная модель Брауна придаёт больший вес последним наблюдениям.

Исходный временной ряд содержит 68 уровней наблюдения исследуемого показателя, представленных в таблице 1.

Воспользуемся схемой адаптивного прогнозирования. Начальные оценки параметров получим по первым пяти точкам при помощи метода наименьших квадратов по формулам:

$$a_1 = \frac{\sum(t - t_{cp}) * (y(t) - y_{cp})}{\sum(t - t_{cp})^2}, \quad (1)$$

$$a_0 = y_{cp} - a_1 * t_{cp}, \quad (2)$$

где a_1 и a_0 - начальные параметры модели, y_{cp} - среднее значение исследуемого показателя, t - номер наблюдения, t_{cp} - среднее значение суммы номеров наблюдения, $y(t)$ - фактическое значение исследуемого показателя, соответствующего номеру наблюдения.

Таким образом $y_{cp} = (68+78+91+85+92)/5 = 82,8 \approx 83$ (т.к. исследуемый параметр имеет натуральное значение), $t_{cp} = (1+2+3+4+5)/5 = 3$, оценка начальных значений параметров модели представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка начальных значений параметров модели.

t	$y(t)$	$t - t_{cp}$	$(t - t_{cp})^2$	$y(t) - y_{cp}$	$(t - t_{cp}) * (y(t) - y_{cp})$
1	68	-2	4	-15	30
2	78	-1	1	-5	5
3	91	0	0	8	0
4	85	1	1	2	2
5	92	2	4	9	18
15	414	0	10	0	55

В соответствии с формулами 1 и 2, а также данными, представленными в таблице 2, вычислим необходимые параметры a_0 и a_1 :

$$a_1 = \frac{\sum(t - t_{cp}) * (y(t) - y_{cp})}{\sum(t - t_{cp})^2} = 55 / 10 = 5,5 \approx 6, \quad (3)$$

$$a_0 = y_{cp} - a_1 * t_{cp} = 83 - 5,5 * 3 = 83 - 16,5 = 66,5 \approx 67, \quad (4)$$

С использованием параметров a_0 и a_1 по модели Брауна находим прогноз:

$$y_p(t, k) = a_0(t) + a_1(t)k. \quad (5)$$

где $y_p(t, k)$ – прогнозное значение, $a_0(t)$ и $a_1(t)$ – параметры модели, соответствующие номеру уровня наблюдения t , k – шаг прогнозирования.

Расчётное значение экономического показателя $y_p(t, k)$ сравнивается с фактическим $y(t)$ и вычисляется величина их расхождения $e(t + 1)$. При $k = 1$ имеем:

$$e(t + 1) = y(t + 1) - y_p(t + 1). \quad (6)$$

Этап 4. В соответствии с этой величиной корректируются параметры модели. В модели Брауна модификация осуществляется следующим образом:

$$a_0(t) = a_0(t - 1) + a_1(t - 1) + e(t)(1 - \beta)^2, \quad (7)$$

$$a_1(t) = a_1(t - 1) + e(t)(1 - \beta)^2, \quad (8)$$

где β – коэффициент дисконтирования данных, изменяющийся в пределах от 0 до 1, характеризует обесценение данных за единицу времени и отражает степень доверия более поздним наблюдениям. Данный показатель определяется итеративным путём, т.е. многократным построением модели при разных β и выбором наилучшего значения при минимальной стандартизированной ошибке аппроксимации S_y , исчисляемой по формуле:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(y(t) - y_p(t))^2}{n - 2}}, \quad (9)$$

где n – число уровней наблюдения, в нашем случае 68.

Параметр сглаживания $\beta = 0,29$ (т.к. при нём стандартизированная ошибка аппроксимации минимальна, $S_y = 14,48$). На последнем шаге

получена модель $y_{(n+k)} = 67 + 3*k$. Прогнозные оценки по этой модели получаются подстановкой в неё значений $k = (1, 2, 3, 4, 5 \dots 16)$. Прогноз рассчитан на 16 периодов до конца 2012 года. В таблице 3 приведены результаты прогнозирования.

Таблица 3.

Точечный прогноз по модели Брауна.

Уровень	t	$y(t)$ в шт.	$y_p(t)$ в шт.
сен.11	69	<i>прогноз</i>	70
окт.11	70	<i>прогноз</i>	73
ноя.11	71	<i>прогноз</i>	77
дек.11	72	<i>прогноз</i>	80
январ.12	73	<i>прогноз</i>	83
фев.12	74	<i>прогноз</i>	86
мар.12	75	<i>прогноз</i>	89
апр.12	76	<i>прогноз</i>	93
май.12	77	<i>прогноз</i>	96
июн.12	78	<i>прогноз</i>	99
июл.12	79	<i>прогноз</i>	102
авг.12	80	<i>прогноз</i>	105
сен.12	81	<i>прогноз</i>	109
окт.12	82	<i>прогноз</i>	112
ноя.12	83	<i>прогноз</i>	115
дек.12	84	<i>прогноз</i>	118

Результатом применения адаптивной модели прогнозирования Брауна стал прогноз на 16 шагов вперёд. Однако данный прогноз учитывает лишь общую тенденцию, что наблюдается в прямой возрастающей последовательности прогнозных данных, и не принимает во внимание стандартные отклонения, выявленные в анализе временных (годовых) рядов, изображённом на рисунке 4. Данный фактор связан с показателем k , значения которого и формируют данную последовательность. Для того чтобы адаптировать модель под постоянно изменяющиеся закономерные условия внешней среды, рассчитаем параметр k с учётом ретроспективных колебаний наблюдений по формуле:

$$k_i = k_{i-1} + \frac{\sum \left(\pm \frac{P_i}{P_{i-1}} \right)}{N} \quad (10)$$

где k_i – значение параметра k в исследуемый период прогнозирования. Первый период прогнозирования $k_1 = 1$;

P_i – фактические значения исследуемого показателя (в данном случае, объёмов продаж) в аналогичных периодах ретроспективных временных рядов, N – количество ретроспективных временных рядов;

В выражении $\pm \frac{P_i}{P_{i-1}}$ знак « \pm » определяет направление движения тренда. Таким образом, если $P_i > P_{i-1}$, то ставится знак «+», если $P_i < P_{i-1}$, ставится знак «-», если же $P_i = P_{i-1}$, выражение $\pm \frac{P_i}{P_{i-1}}$ принимает значение 0. Таким образом, на основе формулы 12 рассчитаем значения параметра k для 16 шагов прогнозирования. Для анализа возьмём следующие временные ряды: 2006, 2007, 2009 и 2010 года. 2008 год отражает последствия экономического кризиса, что не является стандартизированным отклонением. 2011 год не является законченным временным рядом. Выбранные временные ряды изображены на рисунке 6.

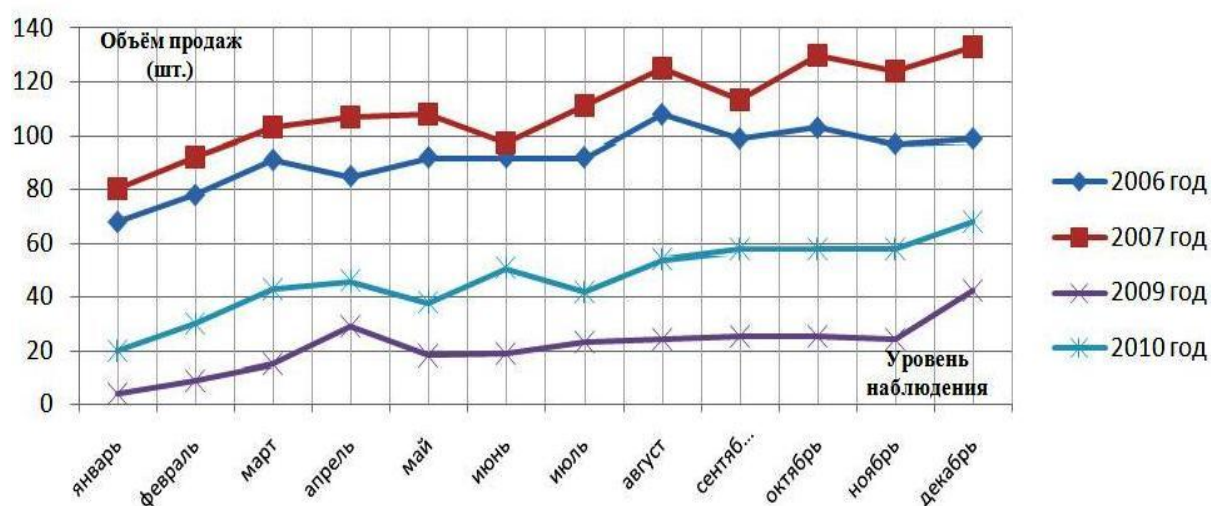


Рис. 6. Отбор временных рядов для вычисления динамического значения параметра k .

В таблице 4 представлены результаты расчетов динамического значения параметра k .

Таблица 4.

Расчёт значений параметра k .

Уровень	i	k_i	Временной ряд								$\pm \frac{P_i}{P_{i-1}}$
			1 ряд (2006 год)		2 ряд (2007 год)		3 ряд (2009 год)		4 ряд (2010 год)		
			P_i	P_{i-1}	P_i	P_{i-1}	P_i	P_{i-1}	P_i	P_{i-1}	
сентябрь	1	1	99	-	113	-	25	-	58	-	-
октябрь	2	1,55	103	99	130	113	25	25	58	58	2,19
ноябрь	3	0,83	97	103	124	130	24	25	58	58	-2,86
декабрь	4	2,09	99	97	133	124	42	24	68	58	5,02
январь	5	1,67	68	99	80	133	4	42	20	68	-1,68
февраль	6	3,18	78	68	92	80	9	4	30	20	6,05
март	7	4,53	91	78	103	92	15	9	43	30	5,39
апрель	8	5,30	85	91	107	103	29	15	46	43	3,11
май	9	5,46	92	85	108	107	18	29	38	46	0,64
июнь	10	5,84	92	92	97	108	19	18	51	38	1,50
июль	11	6,22	92	92	111	97	23	19	42	51	1,53
август	12	7,38	108	92	125	111	24	23	54	42	4,63
сентябрь	13	7,45	99	108	113	125	25	24	58	54	0,30
октябрь	14	8,00	103	99	130	113	25	25	58	58	2,19
ноябрь	15	7,29	97	103	124	130	24	25	58	58	-2,86
декабрь	16	8,54	99	97	133	124	42	24	68	58	5,02

Теперь заменим параметры k , используемые в стандартной модели прогнозирования Брауна на те параметры, которые были получены с помощью формулы 12 и произведём точечный прогноз на 16 шагов вперёд, представленный в таблице 5.

Таблица 5.

Уровень	t	$y(t)$ в шт.	a_0	a_1	$y_p(t)$ в шт.	$e(t)$ в шт.	k
А	В	С	Д	Е	Г	Н	Ж
сен.11	69	прогноз			70		1
окт.11	70	прогноз			72		1,55
ноя.11	71	прогноз			70		0,83
дек.11	72	прогноз			74		2,09
январь.12	73	прогноз			72		1,67
февр.12	74	прогноз			77		3,18
мар.12	75	прогноз			81		4,53
апр.12	76	прогноз			84		5,30
май.12	77	прогноз			84		5,46
июнь.12	78	прогноз			86		5,84

Окончание таблицы 5.

A	B	C	D	F	G	H	J
июл.12	79	прогноз			87		6,22
авг.12	80	прогноз			91		7,38
сен.12	81	прогноз			91		7,45
окт.12	82	прогноз			93		8,00
ноя.12	83	прогноз			90		7,29
дек.12	84	прогноз			94		8,54

Таким образом, мы получили наиболее вероятный точечный прогноз продаж на 16 месяцев вперёд, учитывающий сглаженные закономерные колебания спроса и тенденции рынка. Графически прогноз представлен на рисунке 7.

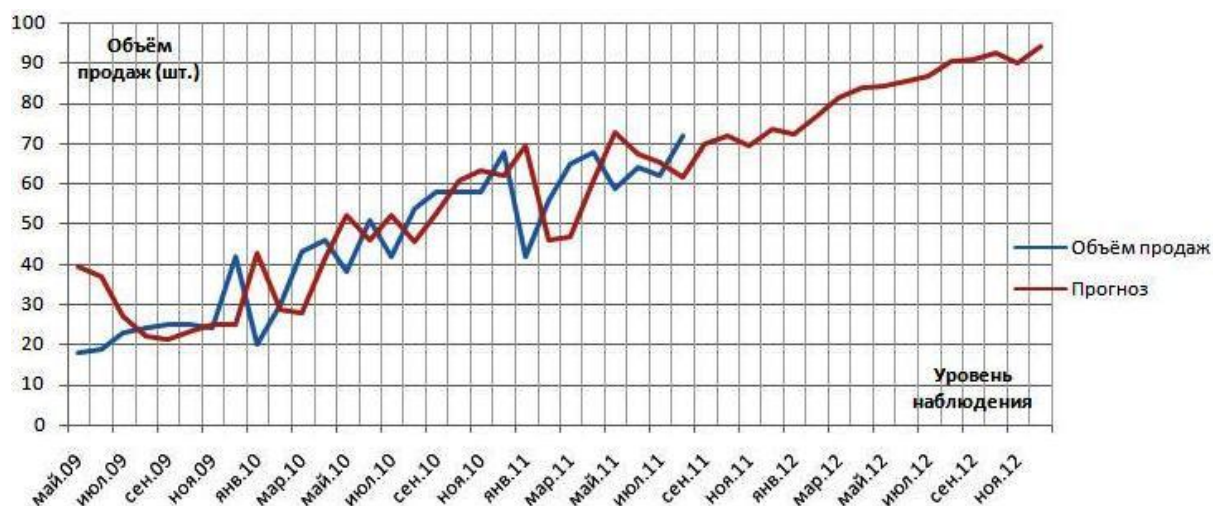


Рис. 7. Результат аппроксимации и прогнозирования по модифицированной адаптивной модели Брауна.

Интервальный прогноз $U(k)$ строится на основе доверительного интервала, исчисляемого по формуле:

$$U(k) = S_y t_\alpha \sqrt{1 + \frac{1}{N} + \left\{ \frac{(N+k-t_{cp})^2}{\sum (t-t_{cp})^2} \right\}}, \quad (11)$$

где N - длина временного ряда, t_α - табличное значение критерия Стьюдента с заданным уровнем значимости α , t_{cp} - среднее значение фактора «время».

На основе формулы расчёта доверительного интервала (формула 11) и данных, полученных в результате точечного анализа, произведён интервальный прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод» на 16 прогнозируемых шагов при значении стандартизированной ошибки аппроксимации равном 14,48. Для построения 90%-ого доверительного интервала использовалось также табличное значение критерия Стьюдента 1,6686 при числе степеней свободы 65 и уровнем значимости 0,1. Результаты расчёта доверительного интервала представлены в таблице 6. [6]

Таблица 6.

Расчёт доверительного интервала прогнозирования

k	$N+k-t_{cp}$	$(N+k-t_{cp})^2$	$1 + \frac{1}{N} + \left\{ \frac{(N+k-t_{cp})^2}{\sum(t-t_{cp})^2} \right\}$	$U(t)$
A	B	C	D	E
1	35	1190,25	1,03	24,87
1,55	35	1228,34	1,03	24,89
0,83	34	1178,81	1,03	24,87
2,09	36	1266,49	1,03	24,91
1,67	35	1236,81	1,03	24,89
3,18	37	1345,43	1,03	24,94
4,53	38	1446,02	1,03	24,99
5,30	39	1505,72	1,04	25,01
5,46	39	1518,26	1,04	25,02
5,84	39	1547,61	1,04	25,03
6,22	40	1577,88	1,04	25,05
7,38	41	1671,16	1,04	25,09
7,45	41	1677,20	1,04	25,09
8,00	42	1722,36	1,04	25,11
7,29	41	1663,61	1,04	25,08
8,54	42	1767,47	1,04	25,13

Интервалы прогнозирования, рассчитанные в таблице 6, позволяют определить нижние и верхние границы доверительного интервала прогноза. Несмотря на то, что основным показателем прогнозирования

являются данные, представленные в натуральном выражении, $U(t)$ не округляются в большую сторону, так как являются приблизительными значениями прогнозного фона. Таким образом, на основе всех вышеизложенных наблюдений формируется общий технический прогноз объёмов продаж, представленный в таблице 7.

Таблица 7.

Прогноз объёмов продаж ООО «Галичский автокрановый завод» до декабря 2012 года по стандартному интервалу.

Год	Месяц	Шаг	Точечный прогноз (шт.)	Доверительный интервал прогноза (90%)	
				Нижняя граница (шт.)	Верхняя граница (шт.)
А	В	С	Д	Е	Ф
2011	Сентябрь	1	70	58	83
2011	Октябрь	2	72	59	84
2011	Ноябрь	3	70	57	82
2011	Декабрь	4	74	61	86
2012	Январь	5	72	60	85
2012	Февраль	6	77	65	90
2012	Март	7	81	69	94
2012	Апрель	8	84	71	96
2012	Май	9	84	72	97
2012	Июнь	10	86	73	98
2012	Июль	11	87	74	99
2012	Август	12	91	78	103
2012	Сентябрь	13	91	78	103
2012	Октябрь	14	93	80	105
2012	Ноябрь	15	90	78	103
2012	Декабрь	16	94	82	107

На данном этапе построен прогноз объёмов продаж ОАО «Галичский автокрановый завод» по адаптивной модели Брауна с учётом сглаженных колебаний, выявленных при наложении временных рядов. На рисунке 8 изображён интервал прогнозирования, в который укладывается канал движения, изображённый на рисунке 5. Таким образом, прогноз говорит о

сдержанном росте объемов продаж, однако в данном прогнозе не учитываются временные погрешности и возможные варианты развития событий, таких как вторая волна рецессии экономического кризиса, влияние которого, несомненно, негативно отражается на деятельности ОАО «Галичский автокрановый завод», подтверждением чему является показатели объемов продаж 2008 года.

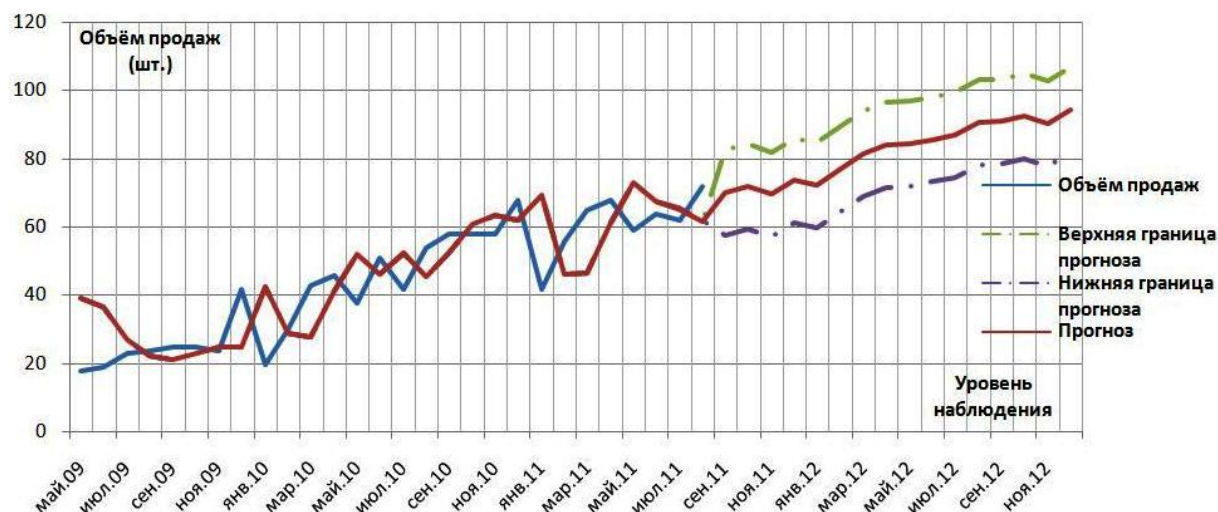


Рис. 8. Интервальный прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод», построенный по модели Брауна.

Спрос – основополагающий компонент рынка того или иного товара или услуги. Именно от характера данного компонента напрямую зависит и объем продаж. Спрос характеризуется четырьмя основными факторами: ёмкость рынка (спроса), цикличность и динамика изменений, эластичность спроса и степень дифференциации.

Для учёта качественных показателей спроса в модели прогнозирования целесообразно преобразовать их в количественные и объединить в единой оценочной системе. Такое преобразование позволит сформировать перечень ситуаций при различных комбинациях основных характеристик спроса.

Опытным путём было выявлено, что при определённых совокупностях характеристик спроса, показатели объемов продаж

отклоняются от прогноза с каждым последующим периодом упреждения с различной увеличивающейся силой.

Представленная в статье модель трёхмерного анализа спроса позволяет корректировать интервал прогнозирования, преобразовывая его в расширяющийся с каждым периодом упреждения интервал.

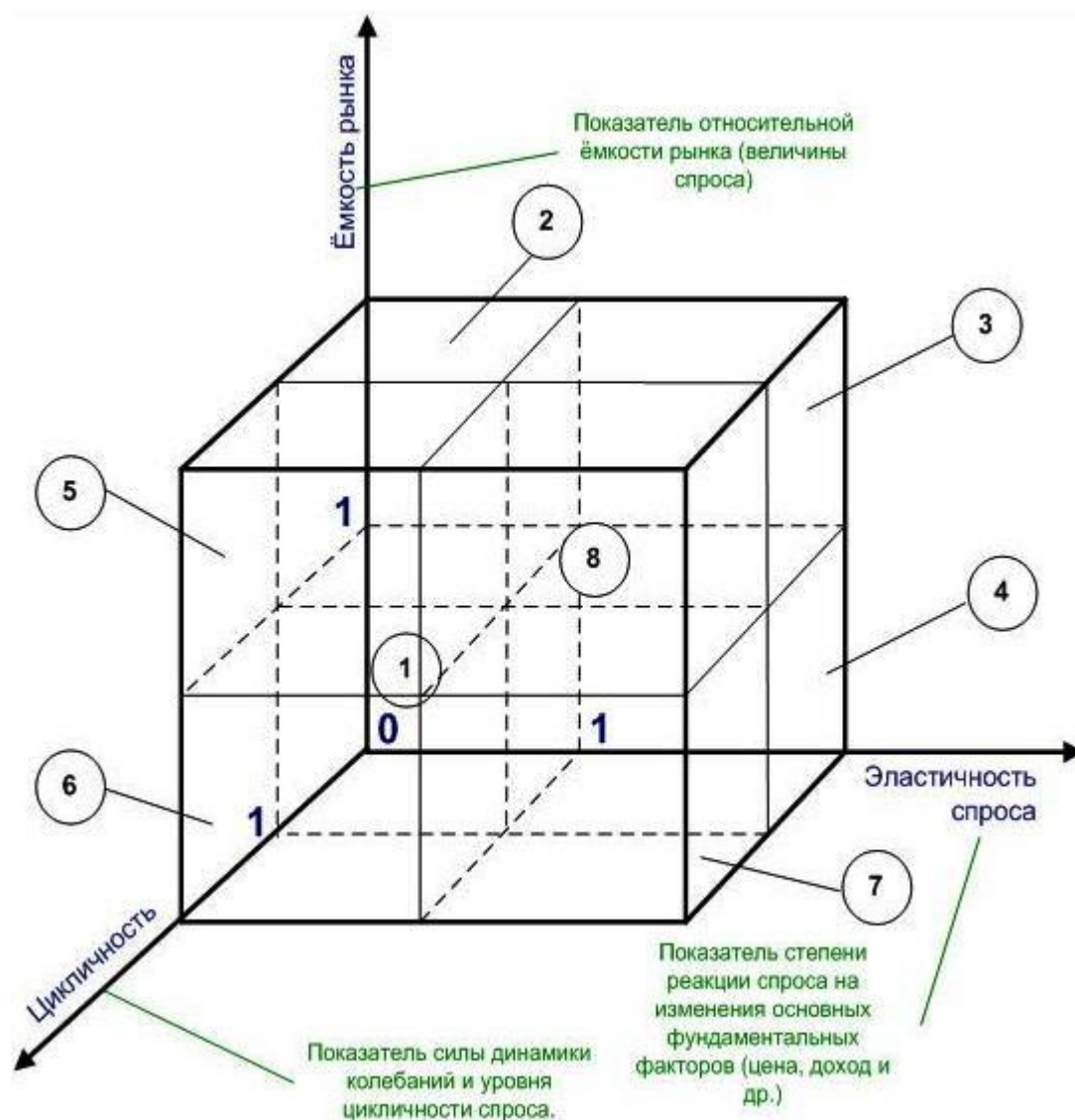


Рис. 9. Трёхмерная модель. Анализ спроса.

Модель трёхмерного анализа спроса (рис. 9) представляет собой структурированное исследование основных показателей спроса, которое проводится на основе измерения трёх показателей:

1. Эластичность спроса – это показатель, позволяющий измерить степень реакции покупателя на изменение цен, уровня доходов или других факторов.
2. Ёмкость рынка – это показатель состояния рынка, характеризующий потенциально возможный объем продаж определенного товара на рынке в течение заданного периода. Ёмкость рынка имеет тенденцию к росту, к снижению или остаётся неизменной.
3. Цикличность спроса – это регулярно повторяющиеся во времени изменения уровня, вектора, скорости и характера его развития.

Кроме вышеперечисленных факторов, большое значение в данной модели придаётся и степени дифференциации. Этот параметр используется при формировании выводов по трёхмерной модели анализа спроса.

Эластичность спроса, используемая в данной модели (рис. 10), подразделяется на несколько видов:

1. Эластичность спроса по цене.
2. Эластичность спроса по доходу.
3. Перекрёстная эластичность.

Выбор конкретного вида эластичности осуществляется в зависимости от характера товара. Чаще всего используется эластичность спроса по цене, однако наиболее эффективным, по мнению автора, является расчёт всех видов эластичности и вычисление среднего арифметического.

Эластичность спроса по цене определяется по формуле 12.

$$E_P^D = \left| \frac{\Delta Q = Q_2 - Q_1}{\Delta P = P_2 - P_1} \right| = \left| \frac{\Delta Q, \%}{\Delta P, \%} \right| \quad (12)$$

где Q – спрос (количество); P – цена.

В зависимости от значения коэффициента E_d различают:

- ✓ совершенную неэластичность (коэффициент $E_d = 0$);

- ✓ неэластичный спрос (коэффициент $|Ed| < 1$);
- ✓ спрос, имеющий единичную эластичность (коэффициент $|Ed| = 1$);
- ✓ эластичный спрос (коэффициент $|Ed| > 1$);
- ✓ совершенно эластичный спрос (коэффициент $|Ed| = \text{бесконечности}$).

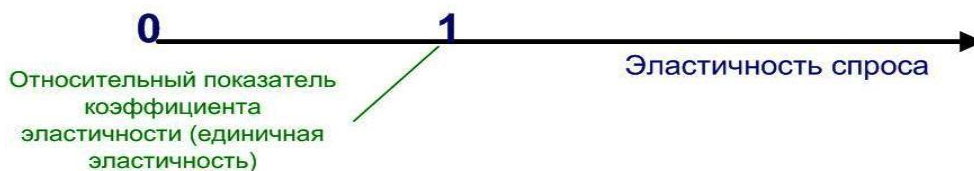


Рис. 10. Ось X. Эластичность спроса.

Для определения относительной ёмкости рынка в рамках данной модели целесообразно использовать статистические данные. За единицу принимается средний показатель ёмкости рынка за анализируемый период. Относительно данного показателя оценивается реальный показатель ёмкости рынка, зафиксированный на момент проведения анализа. Для точности определения расположения по оси, изображённой на рисунке 11, можно использовать формулу 13.

$$OE = TE / ME \quad (13)$$

где OE – относительная ёмкость рынка, TE – текущая ёмкость рынка, ME – зафиксированный исторический максимум ёмкости рынка.

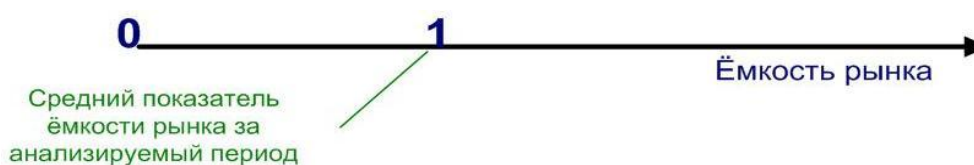


Рис. 11. Ось Y. Ёмкость рынка.

Ось Z, изображённая на рисунке 12, отражает показатель уровня цикличности спроса на рынке, объединяющий в себе цикличность с точки зрения непосредственной цикличности спроса, циклических и трендовых закономерностей (тенденций). Данный показатель вычисляется по формуле 14 и сравнивается со средним показателем цикличности, принятым за единицу.

$$LC = a + b + c \quad (14)$$

где LC – уровень цикличности, a – показатель силы стандартной цикличности спроса, b – показатель силы циклических закономерностей, c – показатель силы трендовых закономерностей. Данные показатели определяются методом экспертной оценки.

Показателям b и c задаётся значение от 0 до 0,5 (на основе экспертной оценки). Показатель a определяется в таком же диапазоне, но его значение удваивается, так как стандартная цикличность спроса оказывает наибольшее влияние на общий показатель уровня цикличности.

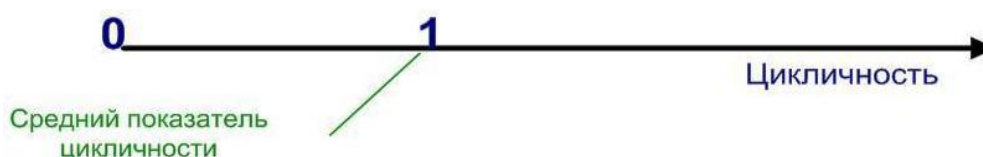


Рис. 12. Ось Z. Цикличность.

Таким образом, на основе изучения и последующего измерения основных вышеизложенных параметров, характеризующих спрос, можно выделить 8 основных ситуаций. Каждая ситуация характеризуется различной степенью возможного влияния на показатели объёмов продаж, увеличивая доверительный интервал прогнозирования.

В таблице 8 представлены коэффициенты, предназначенные для расчёта доверительного интервала прогнозирования в изменяющихся условиях рынка. Они позволяют учесть в интервале нарастающую с каждым последующим шагом прогноза погрешность, увеличивая доверительный интервал прогнозирования в соответствии с характеристиками спроса и сглаженными колебаниями. Для осуществления данной операции совокупности значений качественных факторов задаётся коэффициент, определённый в результате ранжирования данных совокупностей.

Таблица 8.

Анализ параметров спроса.

№ куба	Характеристика спроса	Коэффициент увеличения доверительного интервала прогнозирования ($k_{инт}$)	
		Низкая степень дифференциации	Высокая степень дифференциации
А	В	С	Д
1	1. Низкая (отсутствующая) чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно низкий уровень цикличности; 3. Низкая относительная ёмкость рынка.	0,05	0,03
2	1. Низкая (отсутствующая) чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно низкий уровень цикличности; 3. Высокая относительная ёмкость рынка.	0,06	0,04
3	1. Высокая чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно низкий уровень цикличности; 3. Высокая относительная ёмкость рынка.	0,13	0,1
4	1. Высокая чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно высокий уровень цикличности; 3. Низкая относительная ёмкость рынка.	0,18	0,15
5	1. Низкая (отсутствующая) чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно высокий уровень цикличности; 3. Высокая относительная ёмкость рынка.	0,16	0,13
6	1. Низкая (отсутствующая) чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2. Относительно высокий уровень цикличности; 3. Низкая относительная ёмкость рынка.	0,12	0,9

Окончание таблицы 8.

А	В	С	Д
7	1.Высокая чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2.Относительно высокий уровень цикличности; 3.Низкая относительная ёмкость рынка.	0,24	0,21
8	1. Высокая чувствительность спроса к изменениям цен (доходов или др.); 2.Относительно высокий уровень цикличности; 3.Высокая относительная ёмкость рынка.	0,3	0,27

В качестве максимального значения коэффициента увеличения доверительного интервала прогнозирования взято значение 0,3. При значении коэффициента, большем 0,3, интервал прогнозирования принимает значения, превышающие значения исследуемых показателей, что было установлено опытным путём. Справедливо утверждать, что в каждом последующем шаге прогнозирования вероятность исполнения прогноза снижается. На основе данного утверждения и коэффициента увеличения доверительного интервала прогнозирования была составлена формула, позволяющая модифицировать интервал, рассчитанный ранее в рамках адаптивной модели Брауна.

$$L = U(t) * (1 + k_{\text{инт}} * (n - 1)) \quad (15)$$

где L – увеличивающийся доверительный интервал прогнозирования, $k_{\text{инт}}$ – коэффициент увеличения доверительного интервала прогнозирования, n – номер шага прогнозирования.

В результате анализа параметров спроса было выявлено, что спрос на автокраны находится в 1 ситуации модели анализа спроса, кроме того, степень дифференциации признана низкой, соответственно, значение $k_{\text{инт}}$ равняется 0,05. С помощью формулы 16 были рассчитаны новые доверительные интервалы прогнозирования (L), представленные в таблице 9.

Таблица 9.

Модифицированные доверительные интервалы прогнозирования.

$n-1$	$1 + k^* (n - 1)$	$U(t)$	L
0	1	24,87	24,87
1	1,05	24,89	26,13
2	1,1	24,87	27,35
3	1,15	24,91	28,64
4	1,2	24,89	29,87
5	1,25	24,94	31,18
6	1,3	24,99	32,48
7	1,35	25,01	33,77
8	1,4	25,02	35,03
9	1,45	25,03	36,30
10	1,5	25,05	37,57
11	1,55	25,09	38,88
12	1,6	25,09	40,14
13	1,65	25,11	41,43
14	1,7	25,08	42,64
15	1,75	25,13	43,98

Таким образом, окончательные границы прогнозного интервала рассчитываются исходя из показателя L , рассчитанного в таблице 9.

Таблица 10.

Прогноз объёмов продаж ООО «Галичский автокрановый завод» до декабря 2012 года по модифицированному интервалу.

Год	Месяц	Шаг	Точечный прогноз	Доверительный интервал прогноза	
				Нижняя граница	Верхняя граница
А	В	С	Д	Е	Ф
2011	Сентябрь	1	70	58	83
2011	Октябрь	2	72	59	85
2011	Ноябрь	3	70	56	83
2011	Декабрь	4	74	59	88
2012	Январь	5	72	57	87
2012	Февраль	6	77	62	93
2012	Март	7	81	65	98
2012	Апрель	8	84	67	101

Окончание таблицы 10.

A	B	C	D	E	F
2012	Май	9	84	67	102
2012	Июнь	10	86	68	104
2012	Июль	11	87	68	106
2012	Август	12	91	71	110
2012	Сентябрь	13	91	71	111
2012	Октябрь	14	93	72	113
2012	Ноябрь	15	90	69	112
2012	Декабрь	16	94	72	116

Представленные в таблице 10 результаты позволяют сформировать общий прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод» в виде увеличивающегося интервала (рис. 13).

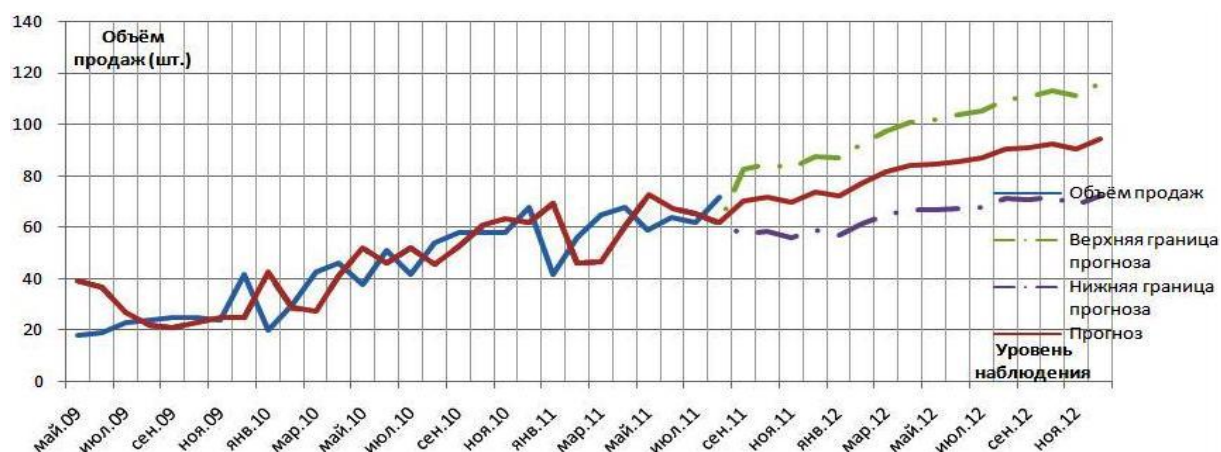


Рис. 13. Прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод»
(графическое представление).

Несмотря на технически очевидную точность прогноза, его нельзя воспринимать, как абсолютно точный индикатор будущих объемов продаж. Как показывает опыт, факторы макроэкономической конъюнктуры могут кардинально менять положение дел на рынке, формируя одну тенденцию за другой. Для того чтобы предусмотреть максимально возможное количество возможных вариантов развития в будущем, необходимо тщательно изучить важнейшие на момент прогноза факторы макроэкономической конъюнктуры, а с появлением новых

данных – вносить коррективы в существующую систему прогнозирования, регулярно обновляя её.

Для устранения неопределённости в случае возникновения предполагаемых обстоятельств, влияющих на объёмы продаж, необходимо предусмотреть возможность их появления в будущем и оценить степень их воздействия. Большинство таких обстоятельств укладываются в предложенный данной моделью прогноз, однако значительные, такие как глобальный экономический кризис, требуют детального изучения и построения альтернативного прогноза. Как правило, большинство явлений, происходящих на рынке, когда-либо уже имели там место и достаточно изучены, чтобы оценить степень их влияния (на примере изучаемого или стороннего предприятия). Однако вероятность возникновения тех или иных факторов рынка оценить самостоятельно крайне сложно. Для этого необходимо проводить экспертный опрос.

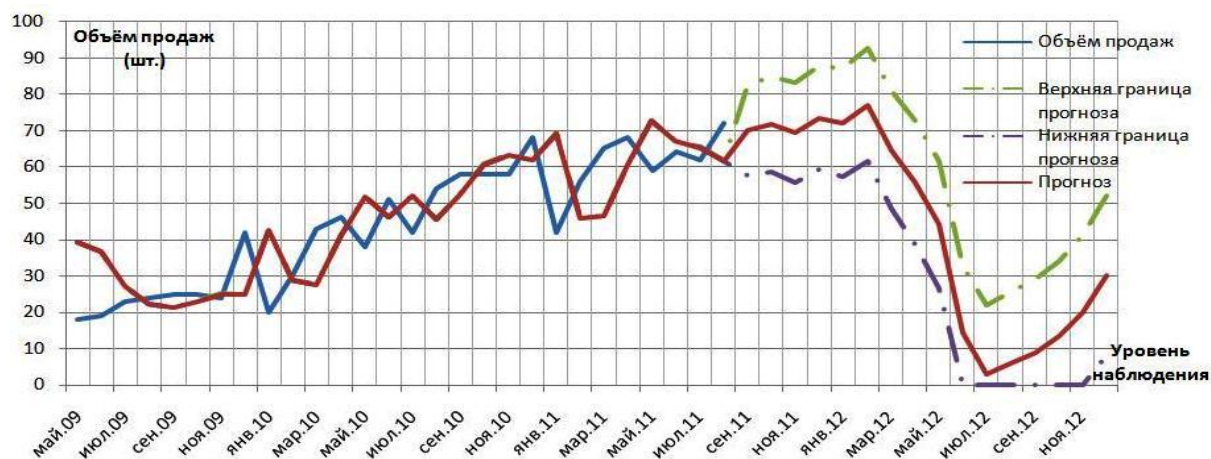
В результате экспертного опроса по ОАО «Галичский автокрановый завод» были выделены два наиболее важных фактора воздействия на прогноз продаж:

1. Возможное наступление второй волны экономического кризиса весной 2012 года.
2. Выход на новые рынки сбыта летом 2012 года с прогнозируемым увеличением продаж на 20 %.

Для разработки альтернативных вариантов прогноза необходимо изучить оба фактора и смоделировать соответствующие ситуации.

Ситуация 1. Как показывает анализ продаж прошлых временных рядов экономический кризис 2008 года преломил восходящую тенденцию в октябре. Зафиксированный минимум – январь 2009, показатель объёмов продаж – 4 шт. Предкризисный период – сентябрь, показатель объёмов продаж – 104 шт. Таким образом, снижение объёмов продаж за 5 месяцев составило: $100 - 4/104 * 100 = 96,15$ (%). Для моделирования данной

ситуации в будущем периоде используем данный показатель, равномерно уменьшив прогноз с марта 2012 года по июль 2012 года на 96,15 %. Внося данную коррективу в настоящую модель, получим прогноз, изображённый на рисунке 15.



*Рис. 14. Прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод»
(ситуация первая).*

Ситуация 2. Расчёт производится аналогично ситуации 1, параметр увеличения задан экспертами и равен 10%. Предполагаемый выход на новые рынки сбыта намечен на июль 2012 года. Графически прогноз представлен на рисунке 16.



*Рис. 15. Прогноз продаж ОАО «Галичский автокрановый завод»
(ситуация вторая).*

Таким образом, сформированный прогноз продаж позволяет осуществлять дальнейшее планирование деятельности предприятия,

выявлять возможные горизонты развития организации или угрозы спада. Он предоставляет данный при различных вариантах развития событий, что весьма важно в условиях нестабильной макроэкономической конъюнктуры. Полученная в результате прогнозирования информация, позволяет снизить риски при принятии важных управленческих решений, обозначить необходимость дифференциации, сформировать производственные и коммерческие планы. Кроме того, возможности данной модели достаточно универсальны, что позволяет осуществлять прогнозирование не только объёмов продаж (в натуральном и стоимостном выражении), но и прогнозирование цен, прибыли и многих других экономических показателей деятельности коммерческой организации.

Список литературы:

1. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбегов Д.М. и др.; Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособ. для вузов. [Текст] / Под редакцией В.В. Федосеева – М.: ЮНИТИ, 1999. – 319 с.
2. Орлова И.В.; Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчётов в среде EXCEL. [Текст] / Практикум: Учебное пособие для вузов. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 136 с.
3. Рябушкин Б.Т. Применение статистических способов в экономическом анализе и прогнозировании. [Текст] / М.: Деньги и статистика, 1987. – 75 с.
4. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. [Текст] / М.: Физматлит, 2001.
5. Справочник директора предприятия. [Текст] / – М.: ИНФРА-М, 2003.
6. Таблица значений критерия Стьюдента. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chemstat.com.ru/node/17>