# Методы прогнозирования финансовых показателей

**1.Модель с аддитивной компонентой**

Аддитивную модель прогнозирования можно представить в виде формулы:

**F = T + S + E**

где: **F** – прогнозируемое значение; **Т** – тренд; **S** – сезонная компонента;

 **Е** – ошибка прогноза.

**Алгоритм построения прогнозной модели**

Для прогнозирования объема продаж, имеющего сезонный характер, предлагается следующий алгоритм построения прогнозной модели:

**1.Определяется тренд,** наилучшим образом аппроксимирующий фактические данные. Существенным моментом при этом является предложение использовать полиномиальный тренд, что позволяет сократить ошибку прогнозной модели.

**2**.Вычитая из фактических значений объёмов продаж значения тренда, **определяют** **величины сезонной компоненты** и корректируют таким образом, чтобы их сумма была равна нулю.

**3.Рассчитываются ошибки модели** как разности между фактическими значениями и значениями модели**.**

**Применение алгоритма рассмотрим на следующем примере.**

**Исходные данные:** Объемы фактических расходов бюджета \_\_\_\_\_\_\_\_\_ района, взяты из месячной и годовой отчетности финансового управления администрации \_\_\_\_\_\_\_\_ района. Данная статистика характеризуется тем, что значения объёма продаж имеют выраженный сезонный характер с возрастающим трендом. Исходная информация представлена в табл. 1.

табл.1

|  |  |
| --- | --- |
|  | Объем фактических расходов |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 |

Реализуем алгоритм построения прогнозной модели, описанный выше. Решение данной задачи рекомендуется осуществлять в среде MS Excel, что позволит существенно сократить количество расчётов и время построения модели.

**1. Определяем тренд**, наилучшим образом аппроксимирующий фактические данные. Для этого рекомендуется использовать полиномиальный тренд, что позволяет сократить ошибку прогнозной модели)

**Таблица 2.
Расчёт значений сезонной компоненты**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Значение тренда | Сезонная компонента |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | 24518 | 0 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 24962 | -1184 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 25012 | 131 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 25217 | 2405 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 26098 | 51 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 26958 | -2835 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 27495 | 85 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 28017 | 2837 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 28964 | 183 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 29617 | -3139 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 30498 | -339 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 31485 | 1664 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 | 32451 | 0 |

Скорректируем значения сезонной компоненты таким образом, чтобы их сумма была равна нулю.

|  |
| --- |
| Таблица 3. Расчет средних значений сезонной компоненты |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1999 г. | 2000 г. | 2001 г. | Итого | Среднее | Сезонная компонента |
| 1 кв. | 0 | 51 | 183 | 234 | 78 | 89,75 |
| 2 кв. | -1184 | -2835 | -3139 | -7158 | -2386 | -2374,25 |
| 3 кв. | 131 | 85 | -339 | -123 | -41 | -29,25 |
| 4 кв. | 2405 | 2837 | 1664 | 6906 | 2302 | 2313,75 |
|  |  |  |  | Сумма | -47 | 0 |
|  |  |  |  |  | -11,75 |  |

**3. Рассчитываем ошибки модели** как разности между фактическими значениями и значениями модели.

**Таблица 4.
Расчёт ошибок**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | расходы | Значение модели | Отклонение |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | 24607,75 | -89,75 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 22587,75 | 1190,25 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 24982,75 | 160,25 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 27530,75 | 91,25 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 26187,75 | -38,75 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 24583,75 | -460,75 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 27465,75 | 114,25 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 30330,75 | 523,25 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 29053,75 | 93,25 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 27242,75 | -764,75 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 30468,75 | -309,75 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 33798,75 | -649,75 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 | 32540,75 | -89,75 |

Находим среднеквадратическую ошибку модели (Е) по формуле:

***Е= Σ О2 : Σ (T+S)2***

**где:  *Т****-* трендовое значение объёма расходов;  ***S***– сезонная компонента;  ***О***- отклонения модели от фактических значений

Е=(3079106/(361151\*361151))\*100% = 0,002361%

Величина полученной ошибки позволяет говорить, что построенная модель хорошо аппроксимирует фактические данные, т.е. она вполне отражает экономические тенденции, определяющие объём расходов, и является предпосылкой для построения прогнозов высокого качества.

**2. Модель с мультипликативной компонентой.**

В некоторых временных рядах значение сезонной компоненты не является константой, а представляет собой определенную долю -фондового значения, т.e. значение сезонной компоненты увеличивается с возрастанием значений тренда. Например, рассмотрим график следующих данных об объе­мах расходов. Объем продаж этого продукта так же, как и в предыдущем при­мере, подвержен сезонным колебаниям, и значения его в разные кварталы разные. Однако размах вариации фактических значении относительно линии тренда постоянно возрастает. Такую ситуацию можно представить с помощью **модели с мультипликативной компонентой**

A=T\*S\*Е

**1.3.1. Расчет сезонной компоненты**

Отличие расчета сезонной компоненты для мультипликативной мо­дели от аддитивной модели заключается лишь в том, что в колонку 6 вписы­ваются коэффициенты сезонности (аналог оценок сезонной компоненты в ад­дитивной модели)

**Сезонные коэффициенты** представляют собой доли тренда, по­этому принимают, что их сумма должна равняться количеству сезонов в году, т.е. 4, а не нулю, как в аддитивной модели.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Итого за 4 квартала | Скользящая средняя за 4 квартала | Центрированная скользящая средняя | Оценка сезонной компоненты |
|  | Y |  | S | T | Y/T=S\*E |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 |  |  |  |  |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 |  |  |  |  |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 101061 | 25265,25 |  |  |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 102692 | 25673 | 25469,125 | 1,084528817 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 103037 | 25759,25 | 25716,125 | 1,016832824 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 105474 | 26368,5 | 26063,875 | 0,925533905 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 108706 | 27176,5 | 26772,5 | 1,030161546 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 111704 | 27926 | 27551,25 | 1,119876594 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 114059 | 28514,75 | 28220,375 | 1,032835318 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 116638 | 29159,5 | 28837,125 | 0,918191394 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 118933 | 29733,25 | 29446,375 | 1,024200772 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 122237 | 30559,25 | 30146,25 | 1,099606087 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 |  |  |  |  |


## Десезонализация данных при расчете тренда

         Десезонализация данных производится по формуле:

Точки, образующие представленный на графике тренд, достаточно сильно разбросаны, что более близко к реальной действительности, чем в предыдущем примере.



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1999 г. | 2000 г. | 2001 г. | Итого | Среднее | Сезонная компонента |
| 1 кв. |  | 1,0168 | 1,0328 | 2,0496 | 0,6832 | 0,912225 |
| 2 кв. |  | 0,9255 | 0,9182 | 1,8437 | 0,6146 | 0,843592 |
| 3 кв. |  | 1,0302 | 1,0242 | 2,0544 | 0,6848 | 0,913825 |
| 4 кв. | 1,0845 | 1,1199 | 1,0996 | 3,304 | 1,1013 | 1,330358 |
|  |  |  |  | Сумма | 3,0839 | 4 |
|  |  |  |  | 0,9161 | 0,229 |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Фактический объем расходов | Сезонная компонента | Десезонолизированный объем продаж |
|  | Y | S | Y/S |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | 0,912225 | 26877,14106 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 0,843591667 | 28186,62267 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 0,913825 | 27514,02074 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 1,330358333 | 20762,82706 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 0,912225 | 28665,07715 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 0,843591667 | 28595,58831 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 0,913825 | 30180,83331 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 1,330358333 | 23192,2477 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 0,912225 | 31951,54704 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 0,843591667 | 31387,22328 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 0,913825 | 33003,03669 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 1,330358333 | 24917,34683 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 | 0,912225 | 35573,46049 |


## Расчет ошибок

         Ошибки прогнозируемых объемов расходов расчитывают по формуле:

**E =A/(T\*S)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Объем расходов | Сезонная компонента | Тренд | Ошибка |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | 0,912225 | 26877,1411 | 1 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 0,84359167 | 28186,6227 | 1 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 0,913825 | 27514,0207 | 1 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 1,33035833 | 20762,8271 | 1 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 0,912225 | 28665,0771 | 1 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 0,84359167 | 28595,5883 | 1 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 0,913825 | 30180,8333 | 1 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 1,33035833 | 23192,2477 | 1 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 0,912225 | 31951,547 | 1 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 0,84359167 | 31387,2233 | 1 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 0,913825 | 33003,0367 | 1 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 1,33035833 | 24917,3468 | 1 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 | 0,912225 | 35573,4605 | 1 |

         Можно предположить, что величина ошибки второго прогноза будет несколько ниже чем первого.

3. Прогноз методом скользящей средней и экспоненциального сглаживания.

         Для предсказаний значений временного ряда можно использовать более простую методику.

При расчете скользящей средней Ytnp c (m) все m значений параметра Y за m моментов времени учитываются с одинаковым весовым коэффициентом 1/m что   не   всегда  обосновано.   Для   прогнозирования   технико – экономических трендов момент времени, в котором наблюдалось значение параметра Y, играет решающее значение. Естественно предположить, что за­висимость во временных рядах постепенно ослабевает с увеличением перио­да между двумя соседними точками. Так, если зависимость прогнозируемою параметра Yt представляется более сильной от значения Yt-1, чем от Yt-s  то

наблюдениям временного ряда следует придавать веса, которые должны уменьшаться но мере удаления oт фиксированного момента времени t. Это обстоятельство учитывается в методе экспоненциального сглаживания. Таким образом, при вычислении .ко экспоненциальной средней используются лишь предшествующая экспоненциальная средняя и последнее наблюдение, а все предыдущие наблюдения игнорируются.

Например, пусть необходимо дать прогноз для t-=8 но данным следую­щего временного ряда: 1) методом скользящей средней для m=3, m =4$ 2) методом экспоненциального о сглаживания для  =0,2; 0,6.



|  |  |
| --- | --- |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 |

### Метод скользящей средней

Y14пр с(3) = (30159+33149+32451)/3=31919,67

Y14пр с (13) = (24518+23778+25143+27622+26149+24123+27580+30854+29147+ 26478+30159+33149+32451)/13 = 27780,846

Метод экспоненциального сглаживания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 0,2 | погрешность |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | #Н/Д | #Н/Д |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 23778 | #Н/Д |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 24870 | #Н/Д |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 27071,6 | #Н/Д |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 26333,52 | 1851,838704 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 24565,1 | 2106,426154 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 26977,02 | 2223,149967 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 30078,6 | 3109,499653 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 29333,32 | 2886,08454 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 27049,06 | 2831,47259 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 29537,01 | 2496,160001 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 32426,6 | 3207,855423 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 |  |  |



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 0,6 | погрешность |
| 1 кв. 1999 г. | 24518 | #Н/Д | #Н/Д |
| 2 кв. 1999 г. | 23778 | 23778 | #Н/Д |
| 3 кв. 1999 г. | 25143 | 24324 | #Н/Д |
| 4 кв. 1999 г. | 27622 | 25643,2 | #Н/Д |
| 1 кв. 2000 г. | 26149 | 25845,52 | 2081,334719 |
| 2 кв. 2000 г. | 24123 | 25156,51 | 2167,926259 |
| 3 кв. 2000 г. | 27580 | 26125,91 | 1741,283327 |
| 4 кв. 2000 г. | 30854 | 28017,14 | 3224,65661 |
| 1 кв. 2001 г. | 29147 | 28469,09 | 3136,065979 |
| 2 кв. 2001 г. | 26478 | 27672,65 | 3032,922749 |
| 3 кв. 2001 г. | 30159 | 28667,19 | 1951,31804 |
| 4 кв. 2001 г. | 33149 | 30459,91 | 3174,532132 |
| 1 кв. 2002 г. | 32451 |  |  |

рис. 8.

Число членов скользящей средней m и параметр -экспоненциального сглаживания ( определяется статистикой исследуемою процесса. Чем мень-ше m и чем больше , тем сильнее peaгирует пpoгноз на колебания временно­го ряда, и наоборот, чем больше m и чем меньше , чем более инерционным является процесс прогнозирования. Для подбора оптимального параметра прогнозирования необходимо провести сглаживание временною ряда с по­мощью нескольких различных значений параметра m или  затем опреде­лить среднюю ошибку прогнозов и выбрать параметр, соответствующий минимальной ошибке.

