Построение **аддитивной модели временного ряда**.

Общий вид аддитивной модели следующий:

Y = T + S + E

Эта модель предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как сумма трендовой (T), сезонной (S) и случайной (E) компонент.

Рассчитаем компоненты аддитивной модели временного ряда.

**Шаг 1**. Построение аддитивной модели начнем с выделения сезонной компоненты временного ряда.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 18.82 | 27.3 | 21.83 | 22.7 |
| 2 | 5.83 | 18.62 | 9.37 | 16.23 |
| 3 | 5.16 | 19.22 | 9.76 | 7.13 |
| 4 | -0.79 | 26.02 | 23.09 | 17.29 |
| 5 | 5.25 | 15.19 | 2.65 | -4.73 |
| 6 | -23.16 | -10.81 | -9.27 | 6.17 |
| 7 | 9.69 | -1.22 | -13.17 | -20.99 |
| 8 | -35.51 | -11.67 | -20.93 | -21.15 |
| 9 | -44.26 | -31.12 | -16.37 | -19.5 |
| 10 | -45.87 | -14.08 | -32.05 | -37.24 |
| 11 | -60.24 | -44.6 | -56.29 | -64.8 |
| 12 | -57.22 | -54.38 | -54.53 | 6.08 |
| 13 | 10.78 | -10.43 | 42.48 | 50.81 |
| 14 | 63.71 | 74.01 | 72.52 | 16.04 |
| 15 | -7.73 | 9.72 | -0.73 | -4.7 |
| 16 | -5.95 | 23.48 | 32.03 | 26.42 |
| 17 | 7.18 | 23 | 19.34 | 3.17 |
| 18 | 50.73 | 38.19 | 70.48 | 64.92 |
| 19 | 36.78 | 34.29 | 26.19 | 15.51 |
| 20 | 123.87 | -106.69 | -119.86 | -86.31 |
| 21 | -51.37 | -26.57 | -2.76 | - |
| Всего за период | 5.7 | -2.53 | 3.78 | -6.95 |
| Средняя оценка сезонной компоненты | 0.271 | -0.12 | 0.18 | -0.347 |
| Скорректированная сезонная компонента, Si | 0.276 | -0.116 | 0.184 | -0.343 |

Для данной модели имеем:

0.271 -0.12 + 0.18 -0.347 = -0.0165

Корректирующий коэффициент: k=-0.0165/4 = -0.00414

Рассчитываем скорректированные значения сезонной компоненты Si и заносим полученные данные в таблицу.

**Шаг 3**. Исключим влияние сезонной компоненты, вычитая ее значение из каждого уровня исходного временного ряда. Получим величины T + E = Y - S (гр. 4 табл.). Эти значения рассчитываются за каждый момент времени и содержат только тенденцию и случайную компоненту.

**Находим параметры уравнения методом наименьших квадратов**.

Система уравнений МНК:

a0n + a1∑t = ∑y

a0∑t + a1∑t2 = ∑y∙t

Для наших данных система уравнений имеет вид:

83a0 + 3486a1 = -0.34

3486a0 + 194054a1 = -12.6

Из первого уравнения выражаем а0 и подставим во второе уравнение

Получаем a = -0.00574, b = 3.8E-5

Среднее значение

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y | t2 | y2 | t∙y | y(t) |  | (y-y(t))2 |
| 1 | 18.544 | 1 | 343.896 | 18.544 | -0.0057 | 344.05 | 344.108 |
| 2 | 27.416 | 4 | 751.656 | 54.833 | -0.00566 | 751.883 | 751.966 |
| 3 | 21.646 | 9 | 468.543 | 64.938 | -0.00563 | 468.723 | 468.787 |
| 4 | 23.043 | 16 | 530.997 | 92.173 | -0.00559 | 531.187 | 531.254 |
| 5 | 5.554 | 25 | 30.852 | 27.772 | -0.00555 | 30.898 | 30.913 |
| 6 | 18.736 | 36 | 351.05 | 112.418 | -0.00551 | 351.205 | 351.257 |
| 7 | 9.186 | 49 | 84.38 | 64.301 | -0.00547 | 84.456 | 84.481 |
| 8 | 16.573 | 64 | 274.676 | 132.587 | -0.00544 | 274.814 | 274.857 |
| 9 | 4.884 | 81 | 23.858 | 43.96 | -0.0054 | 23.898 | 23.91 |
| 10 | 19.336 | 100 | 373.894 | 193.363 | -0.00536 | 374.054 | 374.101 |
| 11 | 9.576 | 121 | 91.697 | 105.334 | -0.00532 | 91.776 | 91.799 |
| 12 | 7.473 | 144 | 55.851 | 89.68 | -0.00528 | 55.913 | 55.93 |
| 13 | -1.066 | 169 | 1.135 | -13.852 | -0.00524 | 1.127 | 1.124 |
| 14 | 26.136 | 196 | 683.108 | 365.909 | -0.00521 | 683.324 | 683.38 |
| 15 | 22.906 | 225 | 524.679 | 343.588 | -0.00517 | 524.868 | 524.915 |
| 16 | 17.633 | 256 | 310.935 | 282.134 | -0.00513 | 311.081 | 311.116 |
| 17 | 4.974 | 289 | 24.745 | 84.565 | -0.00509 | 24.786 | 24.796 |
| 18 | 15.306 | 324 | 234.284 | 275.514 | -0.00505 | 234.411 | 234.439 |
| 19 | 2.466 | 361 | 6.08 | 46.851 | -0.00502 | 6.101 | 6.105 |
| 20 | -4.387 | 400 | 19.243 | -87.733 | -0.00498 | 19.206 | 19.199 |
| 21 | -23.436 | 441 | 549.226 | -492.147 | -0.00494 | 549.032 | 548.994 |
| 22 | -10.694 | 484 | 114.354 | -235.261 | -0.0049 | 114.266 | 114.25 |
| 23 | -9.454 | 529 | 89.381 | -217.445 | -0.00486 | 89.303 | 89.289 |
| 24 | 6.513 | 576 | 42.424 | 156.321 | -0.00482 | 42.478 | 42.487 |
| 25 | 9.414 | 625 | 88.632 | 235.361 | -0.00479 | 88.709 | 88.722 |
| 26 | -1.104 | 676 | 1.218 | -28.695 | -0.00475 | 1.209 | 1.208 |
| 27 | -13.354 | 729 | 178.333 | -360.562 | -0.00471 | 178.223 | 178.207 |
| 28 | -20.647 | 784 | 426.284 | -578.106 | -0.00467 | 426.113 | 426.091 |
| 29 | -35.786 | 841 | 1280.607 | -1037.781 | -0.00463 | 1280.311 | 1280.275 |
| 30 | -11.554 | 900 | 133.487 | -346.61 | -0.0046 | 133.392 | 133.381 |
| 31 | -21.114 | 961 | 445.807 | -654.538 | -0.00456 | 445.632 | 445.614 |
| 32 | -20.807 | 1024 | 432.916 | -665.812 | -0.00452 | 432.744 | 432.728 |
| 33 | -44.536 | 1089 | 1983.417 | -1469.674 | -0.00448 | 1983.048 | 1983.018 |
| 34 | -31.004 | 1156 | 961.227 | -1054.124 | -0.00444 | 960.97 | 960.952 |
| 35 | -16.554 | 1225 | 274.039 | -579.395 | -0.0044 | 273.903 | 273.894 |
| 36 | -19.157 | 1296 | 366.977 | -689.639 | -0.00437 | 366.818 | 366.809 |
| 37 | -46.146 | 1369 | 2129.413 | -1707.386 | -0.00433 | 2129.031 | 2129.014 |
| 38 | -13.964 | 1444 | 194.984 | -530.619 | -0.00429 | 194.868 | 194.864 |
| 39 | -32.234 | 1521 | 1039.04 | -1257.131 | -0.00425 | 1038.773 | 1038.766 |
| 40 | -36.897 | 1600 | 1361.362 | -1475.865 | -0.00421 | 1361.057 | 1361.051 |
| 41 | -60.516 | 1681 | 3662.134 | -2481.138 | -0.00418 | 3661.633 | 3661.628 |
| 42 | -44.484 | 1764 | 1978.796 | -1868.314 | -0.00414 | 1978.428 | 1978.428 |
| 43 | -56.474 | 1849 | 3189.328 | -2428.388 | -0.0041 | 3188.861 | 3188.865 |
| 44 | -64.457 | 1936 | 4154.658 | -2836.092 | -0.00406 | 4154.125 | 4154.135 |
| 45 | -57.496 | 2025 | 3305.74 | -2587.3 | -0.00402 | 3305.264 | 3305.278 |
| 46 | -54.264 | 2116 | 2944.545 | -2496.128 | -0.00398 | 2944.096 | 2944.113 |
| 47 | -54.714 | 2209 | 2993.637 | -2571.564 | -0.00395 | 2993.184 | 2993.205 |
| 48 | 6.423 | 2304 | 41.26 | 308.321 | -0.00391 | 41.313 | 41.31 |
| 49 | 10.504 | 2401 | 110.343 | 514.717 | -0.00387 | 110.43 | 110.424 |
| 50 | -10.314 | 2500 | 106.372 | -515.683 | -0.00383 | 106.286 | 106.293 |
| 51 | 42.296 | 2601 | 1788.94 | 2157.089 | -0.00379 | 1789.29 | 1789.261 |
| 52 | 51.153 | 2704 | 2616.667 | 2659.975 | -0.00375 | 2617.09 | 2617.051 |
| 53 | 63.434 | 2809 | 4023.927 | 3362.025 | -0.00372 | 4024.452 | 4024.399 |
| 54 | 74.126 | 2916 | 5494.714 | 4002.822 | -0.00368 | 5495.328 | 5495.26 |
| 55 | 72.336 | 3025 | 5232.477 | 3978.472 | -0.00364 | 5233.076 | 5233.004 |
| 56 | 16.383 | 3136 | 268.415 | 917.468 | -0.0036 | 268.55 | 268.533 |
| 57 | -8.006 | 3249 | 64.089 | -456.317 | -0.00356 | 64.023 | 64.032 |
| 58 | 9.836 | 3364 | 96.754 | 570.508 | -0.00353 | 96.835 | 96.823 |
| 59 | -0.914 | 3481 | 0.836 | -53.934 | -0.00349 | 0.828 | 0.829 |
| 60 | -4.357 | 3600 | 18.98 | -261.398 | -0.00345 | 18.944 | 18.95 |
| 61 | -6.226 | 3721 | 38.758 | -379.759 | -0.00341 | 38.706 | 38.715 |
| 62 | 23.596 | 3844 | 556.787 | 1462.973 | -0.00337 | 556.982 | 556.946 |
| 63 | 31.846 | 3969 | 1014.159 | 2006.289 | -0.00333 | 1014.423 | 1014.371 |
| 64 | 26.763 | 4096 | 716.278 | 1712.855 | -0.0033 | 716.499 | 716.454 |
| 65 | 6.904 | 4225 | 47.671 | 448.788 | -0.00326 | 47.728 | 47.716 |
| 66 | 23.116 | 4356 | 534.365 | 1525.678 | -0.00322 | 534.556 | 534.514 |
| 67 | 19.156 | 4489 | 366.947 | 1283.443 | -0.00318 | 367.106 | 367.069 |
| 68 | 3.513 | 4624 | 12.344 | 238.909 | -0.00314 | 12.373 | 12.366 |
| 69 | 50.454 | 4761 | 2545.65 | 3481.356 | -0.00311 | 2546.067 | 2545.963 |
| 70 | 38.306 | 4900 | 1467.376 | 2681.444 | -0.00307 | 1467.693 | 1467.611 |
| 71 | 70.296 | 5041 | 4941.508 | 4991.006 | -0.00303 | 4942.09 | 4941.934 |
| 72 | 65.263 | 5184 | 4259.307 | 4698.962 | -0.00299 | 4259.847 | 4259.697 |
| 73 | 36.504 | 5329 | 1332.574 | 2664.824 | -0.00295 | 1332.876 | 1332.789 |
| 74 | 34.406 | 5476 | 1183.796 | 2546.069 | -0.00291 | 1184.081 | 1183.997 |
| 75 | 26.006 | 5625 | 676.305 | 1950.44 | -0.00288 | 676.52 | 676.455 |
| 76 | 15.853 | 5776 | 251.329 | 1204.856 | -0.00284 | 251.46 | 251.419 |
| 77 | 123.594 | 5929 | 15275.584 | 9516.771 | -0.0028 | 15276.607 | 15276.276 |
| 78 | -106.574 | 6084 | 11357.945 | -8312.746 | -0.00276 | 11357.063 | 11357.357 |
| 79 | -120.044 | 6241 | 14410.595 | -9483.487 | -0.00272 | 14409.602 | 14409.941 |
| 80 | -85.967 | 6400 | 7390.263 | -6877.331 | -0.00269 | 7389.551 | 7389.801 |
| 81 | -51.646 | 6561 | 2667.264 | -4183.291 | -0.00265 | 2666.837 | 2666.991 |
| 82 | -26.454 | 6724 | 699.796 | -2169.2 | -0.00261 | 699.577 | 699.658 |
| 83 | -2.944 | 6889 | 8.668 | -244.363 | -0.00257 | 8.644 | 8.653 |
| 3486 | -0.343 | 194054 | 131126.565 | -12.601 | -0.343 | 131126.564 | 131126.563 |

**Шаг 4**. Определим компоненту T данной модели. Для этого проведем аналитическое выравнивание ряда (T + E) с помощью линейного тренда. Результаты аналитического выравнивания следующие:

T = -0.00574 + 3.8E-5t

Подставляя в это уравнение значения t = 1,...,83, найдем уровни T для каждого момента времени (гр. 5 табл.).

гр.4 (yt - Si) представляет собой десезонализированный объем продаж, A - S = T + E

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | Si | yt - Si | T | T + Si | E = yt - (T + Si) | E2 | E/yt | |E|/yt |
| 1 | 18.82 | 0.276 | 18.544 | -0.0057 | 0.27 | 18.55 | 344.108 | 0.986 | 0.986 |
| 2 | 27.3 | -0.116 | 27.416 | -0.00566 | -0.122 | 27.422 | 751.966 | 1.004 | 1.004 |
| 3 | 21.83 | 0.184 | 21.646 | -0.00563 | 0.179 | 21.651 | 468.787 | 0.992 | 0.992 |
| 4 | 22.7 | -0.343 | 23.043 | -0.00559 | -0.349 | 23.049 | 531.254 | 1.015 | 1.015 |
| 5 | 5.83 | 0.276 | 5.554 | -0.00555 | 0.27 | 5.56 | 30.913 | 0.954 | 0.954 |
| 6 | 18.62 | -0.116 | 18.736 | -0.00551 | -0.122 | 18.742 | 351.257 | 1.007 | 1.007 |
| 7 | 9.37 | 0.184 | 9.186 | -0.00547 | 0.179 | 9.191 | 84.481 | 0.981 | 0.981 |
| 8 | 16.23 | -0.343 | 16.573 | -0.00544 | -0.349 | 16.579 | 274.857 | 1.021 | 1.021 |
| 9 | 5.16 | 0.276 | 4.884 | -0.0054 | 0.27 | 4.89 | 23.91 | 0.948 | 0.948 |
| 10 | 19.22 | -0.116 | 19.336 | -0.00536 | -0.122 | 19.342 | 374.101 | 1.006 | 1.006 |
| 11 | 9.76 | 0.184 | 9.576 | -0.00532 | 0.179 | 9.581 | 91.799 | 0.982 | 0.982 |
| 12 | 7.13 | -0.343 | 7.473 | -0.00528 | -0.349 | 7.479 | 55.93 | 1.049 | 1.049 |
| 13 | -0.79 | 0.276 | -1.066 | -0.00524 | 0.27 | -1.06 | 1.124 | 1.342 | 1.342 |
| 14 | 26.02 | -0.116 | 26.136 | -0.00521 | -0.122 | 26.142 | 683.38 | 1.005 | 1.005 |
| 15 | 23.09 | 0.184 | 22.906 | -0.00517 | 0.179 | 22.911 | 524.915 | 0.992 | 0.992 |
| 16 | 17.29 | -0.343 | 17.633 | -0.00513 | -0.348 | 17.638 | 311.116 | 1.02 | 1.02 |
| 17 | 5.25 | 0.276 | 4.974 | -0.00509 | 0.27 | 4.98 | 24.796 | 0.948 | 0.948 |
| 18 | 15.19 | -0.116 | 15.306 | -0.00505 | -0.121 | 15.311 | 234.439 | 1.008 | 1.008 |
| 19 | 2.65 | 0.184 | 2.466 | -0.00502 | 0.179 | 2.471 | 6.105 | 0.932 | 0.932 |
| 20 | -4.73 | -0.343 | -4.387 | -0.00498 | -0.348 | -4.382 | 19.199 | 0.926 | 0.926 |
| 21 | -23.16 | 0.276 | -23.436 | -0.00494 | 0.271 | -23.431 | 548.994 | 1.012 | 1.012 |
| 22 | -10.81 | -0.116 | -10.694 | -0.0049 | -0.121 | -10.689 | 114.25 | 0.989 | 0.989 |
| 23 | -9.27 | 0.184 | -9.454 | -0.00486 | 0.179 | -9.449 | 89.289 | 1.019 | 1.019 |
| 24 | 6.17 | -0.343 | 6.513 | -0.00482 | -0.348 | 6.518 | 42.487 | 1.056 | 1.056 |
| 25 | 9.69 | 0.276 | 9.414 | -0.00479 | 0.271 | 9.419 | 88.722 | 0.972 | 0.972 |
| 26 | -1.22 | -0.116 | -1.104 | -0.00475 | -0.121 | -1.099 | 1.208 | 0.901 | 0.901 |
| 27 | -13.17 | 0.184 | -13.354 | -0.00471 | 0.179 | -13.349 | 178.207 | 1.014 | 1.014 |
| 28 | -20.99 | -0.343 | -20.647 | -0.00467 | -0.348 | -20.642 | 426.091 | 0.983 | 0.983 |
| 29 | -35.51 | 0.276 | -35.786 | -0.00463 | 0.271 | -35.781 | 1280.275 | 1.008 | 1.008 |
| 30 | -11.67 | -0.116 | -11.554 | -0.0046 | -0.121 | -11.549 | 133.381 | 0.99 | 0.99 |
| 31 | -20.93 | 0.184 | -21.114 | -0.00456 | 0.18 | -21.11 | 445.614 | 1.009 | 1.009 |
| 32 | -21.15 | -0.343 | -20.807 | -0.00452 | -0.348 | -20.802 | 432.728 | 0.984 | 0.984 |
| 33 | -44.26 | 0.276 | -44.536 | -0.00448 | 0.271 | -44.531 | 1983.018 | 1.006 | 1.006 |
| 34 | -31.12 | -0.116 | -31.004 | -0.00444 | -0.121 | -30.999 | 960.952 | 0.996 | 0.996 |
| 35 | -16.37 | 0.184 | -16.554 | -0.0044 | 0.18 | -16.55 | 273.894 | 1.011 | 1.011 |
| 36 | -19.5 | -0.343 | -19.157 | -0.00437 | -0.348 | -19.152 | 366.809 | 0.982 | 0.982 |
| 37 | -45.87 | 0.276 | -46.146 | -0.00433 | 0.271 | -46.141 | 2129.014 | 1.006 | 1.006 |
| 38 | -14.08 | -0.116 | -13.964 | -0.00429 | -0.121 | -13.959 | 194.864 | 0.991 | 0.991 |
| 39 | -32.05 | 0.184 | -32.234 | -0.00425 | 0.18 | -32.23 | 1038.766 | 1.006 | 1.006 |
| 40 | -37.24 | -0.343 | -36.897 | -0.00421 | -0.348 | -36.892 | 1361.051 | 0.991 | 0.991 |
| 41 | -60.24 | 0.276 | -60.516 | -0.00418 | 0.271 | -60.511 | 3661.628 | 1.005 | 1.005 |
| 42 | -44.6 | -0.116 | -44.484 | -0.00414 | -0.12 | -44.48 | 1978.428 | 0.997 | 0.997 |
| 43 | -56.29 | 0.184 | -56.474 | -0.0041 | 0.18 | -56.47 | 3188.865 | 1.003 | 1.003 |
| 44 | -64.8 | -0.343 | -64.457 | -0.00406 | -0.347 | -64.453 | 4154.135 | 0.995 | 0.995 |
| 45 | -57.22 | 0.276 | -57.496 | -0.00402 | 0.272 | -57.492 | 3305.278 | 1.005 | 1.005 |
| 46 | -54.38 | -0.116 | -54.264 | -0.00398 | -0.12 | -54.26 | 2944.113 | 0.998 | 0.998 |
| 47 | -54.53 | 0.184 | -54.714 | -0.00395 | 0.18 | -54.71 | 2993.205 | 1.003 | 1.003 |
| 48 | 6.08 | -0.343 | 6.423 | -0.00391 | -0.347 | 6.427 | 41.31 | 1.057 | 1.057 |
| 49 | 10.78 | 0.276 | 10.504 | -0.00387 | 0.272 | 10.508 | 110.424 | 0.975 | 0.975 |
| 50 | -10.43 | -0.116 | -10.314 | -0.00383 | -0.12 | -10.31 | 106.293 | 0.988 | 0.988 |
| 51 | 42.48 | 0.184 | 42.296 | -0.00379 | 0.18 | 42.3 | 1789.261 | 0.996 | 0.996 |
| 52 | 50.81 | -0.343 | 51.153 | -0.00375 | -0.347 | 51.157 | 2617.051 | 1.007 | 1.007 |
| 53 | 63.71 | 0.276 | 63.434 | -0.00372 | 0.272 | 63.438 | 4024.399 | 0.996 | 0.996 |
| 54 | 74.01 | -0.116 | 74.126 | -0.00368 | -0.12 | 74.13 | 5495.26 | 1.002 | 1.002 |
| 55 | 72.52 | 0.184 | 72.336 | -0.00364 | 0.18 | 72.34 | 5233.004 | 0.998 | 0.998 |
| 56 | 16.04 | -0.343 | 16.383 | -0.0036 | -0.347 | 16.387 | 268.533 | 1.022 | 1.022 |
| 57 | -7.73 | 0.276 | -8.006 | -0.00356 | 0.272 | -8.002 | 64.032 | 1.035 | 1.035 |
| 58 | 9.72 | -0.116 | 9.836 | -0.00353 | -0.12 | 9.84 | 96.823 | 1.012 | 1.012 |
| 59 | -0.73 | 0.184 | -0.914 | -0.00349 | 0.181 | -0.911 | 0.829 | 1.247 | 1.247 |
| 60 | -4.7 | -0.343 | -4.357 | -0.00345 | -0.347 | -4.353 | 18.95 | 0.926 | 0.926 |
| 61 | -5.95 | 0.276 | -6.226 | -0.00341 | 0.272 | -6.222 | 38.715 | 1.046 | 1.046 |
| 62 | 23.48 | -0.116 | 23.596 | -0.00337 | -0.12 | 23.6 | 556.946 | 1.005 | 1.005 |
| 63 | 32.03 | 0.184 | 31.846 | -0.00333 | 0.181 | 31.849 | 1014.371 | 0.994 | 0.994 |
| 64 | 26.42 | -0.343 | 26.763 | -0.0033 | -0.347 | 26.767 | 716.454 | 1.013 | 1.013 |
| 65 | 7.18 | 0.276 | 6.904 | -0.00326 | 0.272 | 6.908 | 47.716 | 0.962 | 0.962 |
| 66 | 23 | -0.116 | 23.116 | -0.00322 | -0.12 | 23.12 | 534.514 | 1.005 | 1.005 |
| 67 | 19.34 | 0.184 | 19.156 | -0.00318 | 0.181 | 19.159 | 367.069 | 0.991 | 0.991 |
| 68 | 3.17 | -0.343 | 3.513 | -0.00314 | -0.347 | 3.517 | 12.366 | 1.109 | 1.109 |
| 69 | 50.73 | 0.276 | 50.454 | -0.00311 | 0.272 | 50.458 | 2545.963 | 0.995 | 0.995 |
| 70 | 38.19 | -0.116 | 38.306 | -0.00307 | -0.119 | 38.309 | 1467.611 | 1.003 | 1.003 |
| 71 | 70.48 | 0.184 | 70.296 | -0.00303 | 0.181 | 70.299 | 4941.934 | 0.997 | 0.997 |
| 72 | 64.92 | -0.343 | 65.263 | -0.00299 | -0.346 | 65.266 | 4259.697 | 1.005 | 1.005 |
| 73 | 36.78 | 0.276 | 36.504 | -0.00295 | 0.273 | 36.507 | 1332.789 | 0.993 | 0.993 |
| 74 | 34.29 | -0.116 | 34.406 | -0.00291 | -0.119 | 34.409 | 1183.997 | 1.003 | 1.003 |
| 75 | 26.19 | 0.184 | 26.006 | -0.00288 | 0.181 | 26.009 | 676.455 | 0.993 | 0.993 |
| 76 | 15.51 | -0.343 | 15.853 | -0.00284 | -0.346 | 15.856 | 251.419 | 1.022 | 1.022 |
| 77 | 123.87 | 0.276 | 123.594 | -0.0028 | 0.273 | 123.597 | 15276.276 | 0.998 | 0.998 |
| 78 | -106.69 | -0.116 | -106.574 | -0.00276 | -0.119 | -106.571 | 11357.357 | 0.999 | 0.999 |
| 79 | -119.86 | 0.184 | -120.044 | -0.00272 | 0.181 | -120.041 | 14409.941 | 1.002 | 1.002 |
| 80 | -86.31 | -0.343 | -85.967 | -0.00269 | -0.346 | -85.964 | 7389.801 | 0.996 | 0.996 |
| 81 | -51.37 | 0.276 | -51.646 | -0.00265 | 0.273 | -51.643 | 2666.991 | 1.005 | 1.005 |
| 82 | -26.57 | -0.116 | -26.454 | -0.00261 | -0.119 | -26.451 | 699.658 | 0.996 | 0.996 |
| 83 | -2.76 | 0.184 | -2.944 | -0.00257 | 0.182 | -2.942 | 8.653 | 1.066 | 1.066 |
|  |  |  |  |  |  | 0 | 131126.563 | 83.508 | 83.508 |

**Шаг 5**. Найдем значения уровней ряда, полученные по аддитивной модели. Для этого прибавим к уровням T значения сезонной компоненты для соответствующих кварталов (гр. 6 табл.).

Проверим качество полученной модели. Рассчитаем среднюю процентную ошибку.

что больше 5%.

Рассчитаем среднюю абсолютную процентную ошибку.

Поскольку MAPE > 50%, то модель подогнана с неудовлетворительной точностью.

2.0738966099998E-13=0

Средняя ошибка.

ME = = = 0

Среднее абсолютное отклонение.

MAD = = = 29.628

Среднеквадратическая ошибка.

MSE = = = 1579.838

Для оценки качества построенной модели применим сумму квадратов полученных абсолютных ошибок.

Коэффициент детерминации.

Получаем a = 8.8E-5, b = -2.0E-6

Среднее значение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t | y |  |
| 1 | 18.82 | 354.192 |
| 2 | 27.3 | 745.29 |
| 3 | 21.83 | 476.549 |
| 4 | 22.7 | 515.29 |
| 5 | 5.83 | 33.989 |
| 6 | 18.62 | 346.704 |
| 7 | 9.37 | 87.797 |
| 8 | 16.23 | 263.413 |
| 9 | 5.16 | 26.626 |
| 10 | 19.22 | 369.408 |
| 11 | 9.76 | 95.258 |
| 12 | 7.13 | 50.837 |
| 13 | -0.79 | 0.624 |
| 14 | 26.02 | 677.04 |
| 15 | 23.09 | 533.148 |
| 16 | 17.29 | 298.944 |
| 17 | 5.25 | 27.563 |
| 18 | 15.19 | 230.736 |
| 19 | 2.65 | 7.023 |
| 20 | -4.73 | 22.373 |
| 21 | -23.16 | 536.386 |
| 22 | -10.81 | 116.856 |
| 23 | -9.27 | 85.933 |
| 24 | 6.17 | 38.069 |
| 25 | 9.69 | 93.896 |
| 26 | -1.22 | 1.488 |
| 27 | -13.17 | 173.449 |
| 28 | -20.99 | 440.58 |
| 29 | -35.51 | 1260.96 |
| 30 | -11.67 | 136.189 |
| 31 | -20.93 | 438.065 |
| 32 | -21.15 | 447.323 |
| 33 | -44.26 | 1958.948 |
| 34 | -31.12 | 968.454 |
| 35 | -16.37 | 267.977 |
| 36 | -19.5 | 380.25 |
| 37 | -45.87 | 2104.057 |
| 38 | -14.08 | 198.246 |
| 39 | -32.05 | 1027.203 |
| 40 | -37.24 | 1386.818 |
| 41 | -60.24 | 3628.858 |
| 42 | -44.6 | 1989.16 |
| 43 | -56.29 | 3168.564 |
| 44 | -64.8 | 4199.04 |
| 45 | -57.22 | 3274.128 |
| 46 | -54.38 | 2957.184 |
| 47 | -54.53 | 2973.521 |
| 48 | 6.08 | 36.966 |
| 49 | 10.78 | 116.208 |
| 50 | -10.43 | 108.785 |
| 51 | 42.48 | 1804.55 |
| 52 | 50.81 | 2581.656 |
| 53 | 63.71 | 4058.964 |
| 54 | 74.01 | 5477.48 |
| 55 | 72.52 | 5259.15 |
| 56 | 16.04 | 257.282 |
| 57 | -7.73 | 59.753 |
| 58 | 9.72 | 94.478 |
| 59 | -0.73 | 0.533 |
| 60 | -4.7 | 22.09 |
| 61 | -5.95 | 35.403 |
| 62 | 23.48 | 551.31 |
| 63 | 32.03 | 1025.921 |
| 64 | 26.42 | 698.016 |
| 65 | 7.18 | 51.552 |
| 66 | 23 | 529 |
| 67 | 19.34 | 374.036 |
| 68 | 3.17 | 10.049 |
| 69 | 50.73 | 2573.533 |
| 70 | 38.19 | 1458.476 |
| 71 | 70.48 | 4967.43 |
| 72 | 64.92 | 4214.606 |
| 73 | 36.78 | 1352.768 |
| 74 | 34.29 | 1175.804 |
| 75 | 26.19 | 685.916 |
| 76 | 15.51 | 240.56 |
| 77 | 123.87 | 15343.777 |
| 78 | -106.69 | 11382.756 |
| 79 | -119.86 | 14366.42 |
| 80 | -86.31 | 7449.416 |
| 81 | -51.37 | 2638.877 |
| 82 | -26.57 | 705.965 |
| 83 | -2.76 | 7.618 |
| 3486 | 0 | 131131.511 |

Коэффициент детерминации.

Следовательно, можно сказать, что аддитивная модель объясняет 0% общей вариации уровней временного ряда.

Проверка адекватности модели данным наблюдения.

где m - количество факторов в уравнении тренда (m=1).

Fkp = 3.9469

Поскольку F < Fkp, то уравнение статистически не значимо.

**Шаг 6**. Прогнозирование по аддитивной модели. Прогнозное значение Ft уровня временного ряда в аддитивной модели есть сумма трендовой и сезонной компонент. Для определения трендовой компоненты воспользуемся уравнением тренда:T = -0.00574 + 3.8E-5t

Прогноз на 1 период:

T84 = -0.00574 + 3.8E-5∙84 = -0.00253

Значение сезонного компонента за соответствующий период равно: S4 = -0.343

Таким образом, F84 = T84 + S4 = -0.00253 -0.343 = -0.346

Прогноз на 2 период:

T85 = -0.00574 + 3.8E-5∙85 = -0.00249

Значение сезонного компонента за соответствующий период равно: S1 = 0.276

Таким образом, F85 = T85 + S1 = -0.00249 + 0.276 = 0.273

Прогноз на 3 период:

T86 = -0.00574 + 3.8E-5∙86 = -0.00246

Значение сезонного компонента за соответствующий период равно: S2 = -0.116

Таким образом, F86 = T86 + S2 = -0.00246 -0.116 = -0.119

Решение было получено и оформлено с помощью сервиса:

[Аддитивная модель временного ряда](https://axd.semestr.ru/dinam/additive.php)

Вместе с этой задачей решают также:

[Мультипликативная модель временного ряда](https://axd.semestr.ru/dinam/multiplicative.php)

[Сглаживание методом скользящей средней](https://math.semestr.ru/trend/smoothing.php)

[Аналитическое выравнивание](https://math.semestr.ru/trend/analis.php)

[Уравнение парной линейной регрессии](https://math.semestr.ru/corel/corel.php)

[Уравнение множественной регрессии](https://math.semestr.ru/regress/corel.php)

[Показатели вариации](https://math.semestr.ru/group/variations.php)

[Показатели динамики](https://axd.semestr.ru/dinam/group.php)