**Лабораторная работа №5**

Анализ временных рядов

Оборудование: ПК, табличный процессор Excel

Цель: научиться на основании данных строить временной ряд и на его основании проводить анализ тренда

Требуется: а) построить график временного ряда; б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка; в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

**Задание 1**

Имеются данные о валовом сборе винограда

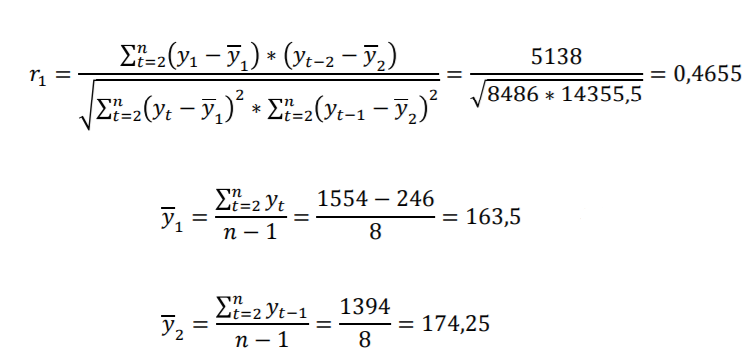
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Валовой сбор, тыс. т | 246 | 229 | 152 | 155 | 190 | 160 | 107 | 155 | 160 |

Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

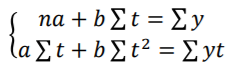
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 246 | 0 |  |  |  |  |  |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,063 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,563 |
| 4 | 155 | 152 | -8,5 | -22,25 | 189,125 | 72,25 | 495,0625 |
| 5 | 190 | 155 | 26,5 | -19,25 | -510,125 | 702,25 | 370,5625 |
| 6 | 160 | 190 | -3,5 | 15,75 | -55,125 | 12,25 | 248,0625 |
| 7 | 107 | 160 | -56,5 | -14,25 | 805,125 | 3192,25 | 203,0625 |
| 8 | 155 | 107 | -8,5 | -67,25 | 571,625 | 72,25 | 4522,563 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| Сумма | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |



в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

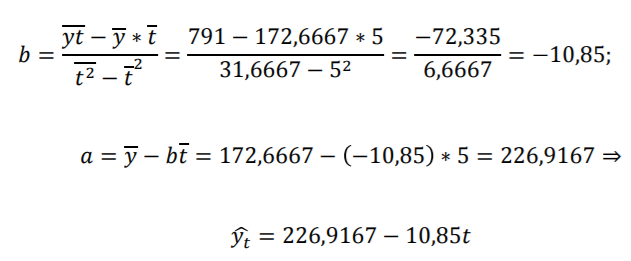
Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,0667 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2167 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,3667 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5167 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,6667 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8167 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 150,9667 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1167 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,2667 |
| Сумма | 1554 | 45 | 7119 | 285 |  |
| Среднее | 172,6667 | 5 | 791 | 31,66667 |  |

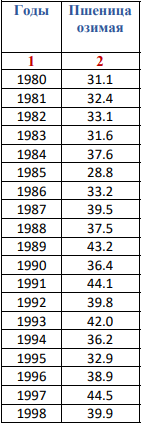
Воспользуемся формулами, получаемыми из системы:



**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

**Задание 2**

Имеются данные о валовом сборе озимой пшеницы



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

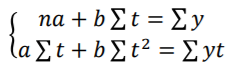
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 31,1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 2 | 32,4 | 31,1 | -24,6875 | -51,75 | 1277,578125 | 609,4727 | 2678,063 |
| 3 | 33,1 | 32,4 | -23,9875 | -50,45 | 1210,169375 | 575,4002 | 2545,203 |
| 4 | 31,6 | 33,1 | -25,4875 | -49,75 | 1268,003125 | 649,6127 | 2475,063 |
| 5 | 37,6 | 31,6 | -19,4875 | -51,25 | 998,734375 | 379,7627 | 2626,563 |
| 6 | 28,8 | 37,6 | -28,2875 | -45,25 | 1280,009375 | 800,1827 | 2047,563 |
| 7 | 33,2 | 28,8 | -23,8875 | -54,05 | 1291,119375 | 570,6127 | 2921,403 |
| 8 | 39,5 | 33,2 | -17,5875 | -49,65 | 873,219375 | 309,3202 | 2465,123 |
| 9 | 37,5 | 39,5 | -19,5875 | -43,35 | 849,118125 | 383,6702 | 1879,223 |
| 10 | 43,2 | 37,5 | -13,8875 | -45,35 | 629,798125 | 192,8627 | 2056,623 |
| 11 | 36,4 | 43,2 | -20,6875 | -39,65 | 820,259375 | 427,9727 | 1572,123 |
| 12 | 44,1 | 36,4 | -12,9875 | -46,45 | 603,269375 | 168,6752 | 2157,603 |
| 13 | 39,8 | 44,1 | -17,2875 | -38,75 | 669,890625 | 298,8577 | 1501,563 |
| 14 | 42 | 39,8 | -15,0875 | -43,05 | 649,516875 | 227,6327 | 1853,303 |
| 15 | 36,2 | 42 | -20,8875 | -40,85 | 853,254375 | 436,2877 | 1668,723 |
| 16 | 32,9 | 36,2 | -24,1875 | -46,65 | 1128,346875 | 585,0352 | 2176,223 |
| 17 | 38,9 | 32,9 | -18,1875 | -49,95 | 908,465625 | 330,7852 | 2495,003 |
| 18 | 44,5 | 38,9 | -12,5875 | -43,95 | 553,220625 | 158,4452 | 1931,603 |
| 19 | 39,9 | 44,5 | -17,1875 | -38,35 | 659,140625 | 295,4102 | 1470,723 |
| Сумма | 702,7 | 662,8 |  |  | 16523,11375 | 7399,998 | 38521,69 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| 0,978641 | 57,0875 | 82,85 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



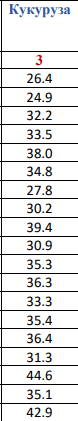
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 31,1 | 1 | 31,1 | 1 | 32,27737 |  | 0,522982 | 31,75439 |
| 2 | 32,4 | 2 | 64,8 | 4 | 32,80035 |  |  |  |
| 3 | 33,1 | 3 | 99,3 | 9 | 33,32333 |  |  |  |
| 4 | 31,6 | 4 | 126,4 | 16 | 33,84632 |  |  |  |
| 5 | 37,6 | 5 | 188 | 25 | 34,3693 |  |  |  |
| 6 | 28,8 | 6 | 172,8 | 36 | 34,89228 |  |  |  |
| 7 | 33,2 | 7 | 232,4 | 49 | 35,41526 |  |  |  |
| 8 | 39,5 | 8 | 316 | 64 | 35,93825 |  |  |  |
| 9 | 37,5 | 9 | 337,5 | 81 | 36,46123 |  |  |  |
| 10 | 43,2 | 10 | 432 | 100 | 36,98421 |  |  |  |
| 11 | 36,4 | 11 | 400,4 | 121 | 37,50719 |  |  |  |
| 12 | 44,1 | 12 | 529,2 | 144 | 38,03018 |  |  |  |
| 13 | 39,8 | 13 | 517,4 | 169 | 38,55316 |  |  |  |
| 14 | 42 | 14 | 588 | 196 | 39,07614 |  |  |  |
| 15 | 36,2 | 15 | 543 | 225 | 39,59912 |  |  |  |
| 16 | 32,9 | 16 | 526,4 | 256 | 40,12211 |  |  |  |
| 17 | 38,9 | 17 | 661,3 | 289 | 40,64509 |  |  |  |
| 18 | 44,5 | 18 | 801 | 324 | 41,16807 |  |  |  |
| 19 | 39,9 | 19 | 758,1 | 361 | 41,69105 |  |  |  |
| Сумма | 702,7 | 190 | 7325,1 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 36,98421 | 10 | 385,5316 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор озимой пшеницы во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 0,523 тыс. тонн.

**Задание 3**

Имеются данные о валовом сборе кукурузы

****

Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

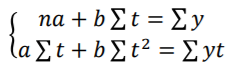
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 26,4 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 24,9 | 26,4 | -25,4375 | -49,325 | 1254,704688 | 647,0664 | 2432,956 |
| 3 | 32,2 | 24,9 | -18,1375 | -50,825 | 921,8384375 | 328,9689 | 2583,181 |
| 4 | 33,5 | 32,2 | -16,8375 | -43,525 | 732,8521875 | 283,5014 | 1894,426 |
| 5 | 38 | 33,5 | -12,3375 | -42,225 | 520,9509375 | 152,2139 | 1782,951 |
| 6 | 34,8 | 38 | -15,5375 | -37,725 | 586,1521875 | 241,4139 | 1423,176 |
| 7 | 27,8 | 34,8 | -22,5375 | -40,925 | 922,3471875 | 507,9389 | 1674,856 |
| 8 | 30,2 | 27,8 | -20,1375 | -47,925 | 965,0896875 | 405,5189 | 2296,806 |
| 9 | 39,4 | 30,2 | -10,9375 | -45,525 | 497,9296875 | 119,6289 | 2072,526 |
| 10 | 30,9 | 39,4 | -19,4375 | -36,325 | 706,0671875 | 377,8164 | 1319,506 |
| 11 | 35,3 | 30,9 | -15,0375 | -44,825 | 674,0559375 | 226,1264 | 2009,281 |
| 12 | 36,3 | 35,3 | -14,0375 | -40,425 | 567,4659375 | 197,0514 | 1634,181 |
| 13 | 33,3 | 36,3 | -17,0375 | -39,425 | 671,7034375 | 290,2764 | 1554,331 |
| 14 | 35,4 | 33,3 | -14,9375 | -42,425 | 633,7234375 | 223,1289 | 1799,881 |
| 15 | 36,4 | 35,4 | -13,9375 | -40,325 | 562,0296875 | 194,2539 | 1626,106 |
| 16 | 31,3 | 36,4 | -19,0375 | -39,325 | 748,6496875 | 362,4264 | 1546,456 |
| 17 | 44,6 | 31,3 | -5,7375 | -44,425 | 254,8884375 | 32,91891 | 1973,581 |
| 18 | 35,1 | 44,6 | -15,2375 | -31,125 | 474,2671875 | 232,1814 | 968,7656 |
| 19 | 42,9 | 35,1 | -7,4375 | -40,625 | 302,1484375 | 55,31641 | 1650,391 |
| Сумма | 648,7 | 605,8 |  |  | 11996,86438 | 4877,748 | 32243,35 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| 0,956617 | 50,3375 | 75,725 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



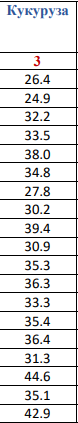
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 26,4 | 1 | 26,4 | 1 | 29,04684 |  | 0,56614 | 28,4807 |
| 2 | 24,9 | 2 | 49,8 | 4 | 29,61298 |  |  |  |
| 3 | 32,2 | 3 | 96,6 | 9 | 30,17912 |  |  |  |
| 4 | 33,5 | 4 | 134 | 16 | 30,74526 |  |  |  |
| 5 | 38 | 5 | 190 | 25 | 31,3114 |  |  |  |
| 6 | 34,8 | 6 | 208,8 | 36 | 31,87754 |  |  |  |
| 7 | 27,8 | 7 | 194,6 | 49 | 32,44368 |  |  |  |
| 8 | 30,2 | 8 | 241,6 | 64 | 33,00982 |  |  |  |
| 9 | 39,4 | 9 | 354,6 | 81 | 33,57596 |  |  |  |
| 10 | 30,9 | 10 | 309 | 100 | 34,14211 |  |  |  |
| 11 | 35,3 | 11 | 388,3 | 121 | 34,70825 |  |  |  |
| 12 | 36,3 | 12 | 435,6 | 144 | 35,27439 |  |  |  |
| 13 | 33,3 | 13 | 432,9 | 169 | 35,84053 |  |  |  |
| 14 | 35,4 | 14 | 495,6 | 196 | 36,40667 |  |  |  |
| 15 | 36,4 | 15 | 546 | 225 | 36,97281 |  |  |  |
| 16 | 31,3 | 16 | 500,8 | 256 | 37,53895 |  |  |  |
| 17 | 44,6 | 17 | 758,2 | 289 | 38,10509 |  |  |  |
| 18 | 35,1 | 18 | 631,8 | 324 | 38,67123 |  |  |  |
| 19 | 42,9 | 19 | 815,1 | 361 | 39,23737 |  |  |  |
| Сумма | 648,7 | 190 | 6809,7 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 34,14211 | 10 | 358,4053 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор кукурузы во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 0,566 тыс. тонн.

**Задание 4**

Имеются данные о валовом сборе картофеля



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

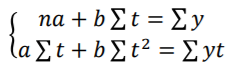
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 70 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 79 | 70 | -83,875 | -110,25 | 9247,219 | 7035,016 | 12155,06 |
| 3 | 83 | 79 | -79,875 | -101,25 | 8087,344 | 6380,016 | 10251,56 |
| 4 | 85 | 83 | -77,875 | -97,25 | 7573,344 | 6064,516 | 9457,563 |
| 5 | 68 | 85 | -94,875 | -95,25 | 9036,844 | 9001,266 | 9072,563 |
| 6 | 71 | 68 | -91,875 | -112,25 | 10312,97 | 8441,016 | 12600,06 |
| 7 | 81 | 71 | -81,875 | -109,25 | 8944,844 | 6703,516 | 11935,56 |
| 8 | 77 | 81 | -85,875 | -99,25 | 8523,094 | 7374,516 | 9850,563 |
| 9 | 83 | 77 | -79,875 | -103,25 | 8247,094 | 6380,016 | 10660,56 |
| 10 | 76 | 83 | -86,875 | -97,25 | 8448,594 | 7547,266 | 9457,563 |
| 11 | 81 | 76 | -81,875 | -104,25 | 8535,469 | 6703,516 | 10868,06 |
| 12 | 86 | 81 | -76,875 | -99,25 | 7629,844 | 5909,766 | 9850,563 |
| 13 | 70 | 86 | -92,875 | -94,25 | 8753,469 | 8625,766 | 8883,063 |
| 14 | 92 | 70 | -70,875 | -110,25 | 7813,969 | 5023,266 | 12155,06 |
| 15 | 70 | 92 | -92,875 | -88,25 | 8196,219 | 8625,766 | 7788,063 |
| 16 | 83 | 70 | -79,875 | -110,25 | 8806,219 | 6380,016 | 12155,06 |
| 17 | 92 | 83 | -70,875 | -97,25 | 6892,594 | 5023,266 | 9457,563 |
| 18 | 95 | 92 | -67,875 | -88,25 | 5989,969 | 4607,016 | 7788,063 |
| 19 | 107 | 95 | -55,875 | -85,25 | 4763,344 | 3122,016 | 7267,563 |
| Сумма | 1549 | 1442 |  |  | 145802,4 | 118947,5 | 181654,1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| 0,991892 | 162,875 | 180,25 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



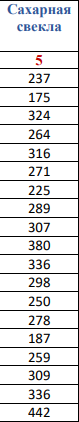
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,22632 |  | 1,033333 | 71,19298 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,25965 |  |  |  |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,29298 |  |  |  |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,32632 |  |  |  |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,35965 |  |  |  |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,39298 |  |  |  |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,42632 |  |  |  |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,45965 |  |  |  |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,49298 |  |  |  |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,52632 |  |  |  |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,55965 |  |  |  |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,59298 |  |  |  |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,62632 |  |  |  |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,65965 |  |  |  |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,69298 |  |  |  |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,72632 |  |  |  |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,75965 |  |  |  |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,79298 |  |  |  |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,82632 |  |  |  |
| Сумма | 1549 | 190 | 16079 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 81,52632 | 10 | 846,2632 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1 тыс. тонн.

**Задание 5**

Имеются данные о валовом сборе свеклы



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

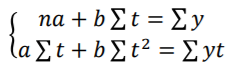
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 237 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 175 | 237 | -479,625 | -393,125 | 188552,6 | 230040,1 | 154547,3 |
| 3 | 324 | 175 | -330,625 | -455,125 | 150475,7 | 109312,9 | 207138,8 |
| 4 | 264 | 324 | -390,625 | -306,125 | 119580,1 | 152587,9 | 93712,52 |
| 5 | 316 | 264 | -338,625 | -366,125 | 123979,1 | 114666,9 | 134047,5 |
| 6 | 271 | 316 | -383,625 | -314,125 | 120506,2 | 147168,1 | 98674,52 |
| 7 | 225 | 271 | -429,625 | -359,125 | 154289,1 | 184577,6 | 128970,8 |
| 8 | 289 | 225 | -365,625 | -405,125 | 148123,8 | 133681,6 | 164126,3 |
| 9 | 307 | 289 | -347,625 | -341,125 | 118583,6 | 120843,1 | 116366,3 |
| 10 | 380 | 307 | -274,625 | -323,125 | 88738,2 | 75418,89 | 104409,8 |
| 11 | 336 | 380 | -318,625 | -250,125 | 79696,08 | 101521,9 | 62562,52 |
| 12 | 298 | 336 | -356,625 | -294,125 | 104892,3 | 127181,4 | 86509,52 |
| 13 | 250 | 298 | -404,625 | -332,125 | 134386,1 | 163721,4 | 110307 |
| 14 | 278 | 250 | -376,625 | -380,125 | 143164,6 | 141846,4 | 144495 |
| 15 | 187 | 278 | -467,625 | -352,125 | 164662,5 | 218673,1 | 123992 |
| 16 | 259 | 187 | -395,625 | -443,125 | 175311,3 | 156519,1 | 196359,8 |
| 17 | 309 | 259 | -345,625 | -371,125 | 128270,1 | 119456,6 | 137733,8 |
| 18 | 336 | 309 | -318,625 | -321,125 | 102318,5 | 101521,9 | 103121,3 |
| 19 | 442 | 336 | -212,625 | -294,125 | 62538,33 | 45209,39 | 86509,52 |
| Сумма | 5483 | 5041 |  |  | 2308068 | 2443949 | 2253584 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| 0,98348 | 654,625 | 630,125 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



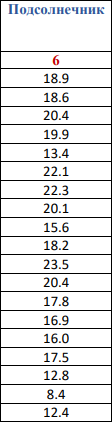
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 237 | 1 | 237 | 1 | 249,0579 |  | 4,391228 | 244,6667 |
| 2 | 175 | 2 | 350 | 4 | 253,4491 |  |  |  |
| 3 | 324 | 3 | 972 | 9 | 257,8404 |  |  |  |
| 4 | 264 | 4 | 1056 | 16 | 262,2316 |  |  |  |
| 5 | 316 | 5 | 1580 | 25 | 266,6228 |  |  |  |
| 6 | 271 | 6 | 1626 | 36 | 271,014 |  |  |  |
| 7 | 225 | 7 | 1575 | 49 | 275,4053 |  |  |  |
| 8 | 289 | 8 | 2312 | 64 | 279,7965 |  |  |  |
| 9 | 307 | 9 | 2763 | 81 | 284,1877 |  |  |  |
| 10 | 380 | 10 | 3800 | 100 | 288,5789 |  |  |  |
| 11 | 336 | 11 | 3696 | 121 | 292,9702 |  |  |  |
| 12 | 298 | 12 | 3576 | 144 | 297,3614 |  |  |  |
| 13 | 250 | 13 | 3250 | 169 | 301,7526 |  |  |  |
| 14 | 278 | 14 | 3892 | 196 | 306,1439 |  |  |  |
| 15 | 187 | 15 | 2805 | 225 | 310,5351 |  |  |  |
| 16 | 259 | 16 | 4144 | 256 | 314,9263 |  |  |  |
| 17 | 309 | 17 | 5253 | 289 | 319,3175 |  |  |  |
| 18 | 336 | 18 | 6048 | 324 | 323,7088 |  |  |  |
| 19 | 442 | 19 | 8398 | 361 | 328,1 |  |  |  |
| Сумма | 5483 | 190 | 57333 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 288,5789 | 10 | 3017,526 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор свеклы во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 4,39 тыс. тонн.

**Задание 6**

Имеются данные о валовом сборе подсолнечника



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

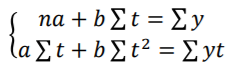
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 18,9 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 18,6 | 18,9 | 7,45 | -21,45 | -159,803 | 55,5025 | 460,1025 |
| 3 | 20,4 | 18,6 | 9,25 | -21,75 | -201,188 | 85,5625 | 473,0625 |
| 4 | 19,9 | 20,4 | 8,75 | -19,95 | -174,563 | 76,5625 | 398,0025 |
| 5 | 13,4 | 19,9 | 2,25 | -20,45 | -46,0125 | 5,0625 | 418,2025 |
| 6 | 22,1 | 13,4 | 10,95 | -26,95 | -295,103 | 119,9025 | 726,3025 |
| 7 | 22,3 | 22,1 | 11,15 | -18,25 | -203,488 | 124,3225 | 333,0625 |
| 8 | 20,1 | 22,3 | 8,95 | -18,05 | -161,548 | 80,1025 | 325,8025 |
| 9 | 15,6 | 20,1 | 4,45 | -20,25 | -90,1125 | 19,8025 | 410,0625 |
| 10 | 18,2 | 15,6 | 7,05 | -24,75 | -174,488 | 49,7025 | 612,5625 |
| 11 | 23,5 | 18,2 | 12,35 | -22,15 | -273,553 | 152,5225 | 490,6225 |
| 12 | 20,4 | 23,5 | 9,25 | -16,85 | -155,863 | 85,5625 | 283,9225 |
| 13 | 17,8 | 20,4 | 6,65 | -19,95 | -132,668 | 44,2225 | 398,0025 |
| 14 | 16,9 | 17,8 | 5,75 | -22,55 | -129,663 | 33,0625 | 508,5025 |
| 15 | 16 | 16,9 | 4,85 | -23,45 | -113,733 | 23,5225 | 549,9025 |
| 16 | 17,5 | 16 | 6,35 | -24,35 | -154,623 | 40,3225 | 592,9225 |
| 17 | 12,8 | 17,5 | 1,65 | -22,85 | -37,7025 | 2,7225 | 522,1225 |
| 18 | 8,4 | 12,8 | -2,75 | -27,55 | 75,7625 | 7,5625 | 759,0025 |
| 19 | 12,4 | 8,4 | 1,25 | -31,95 | -39,9375 | 1,5625 | 1020,803 |
| Сумма | 335,2 | 322,8 |  |  | -2468,28 | 1007,585 | 9282,965 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| -0,80707 | 11,15 | 40,35 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



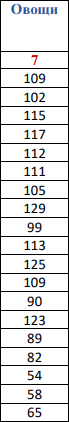
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 18,9 | 1 | 18,9 | 1 | 21,12368 |  | -0,38684 | 21,51053 |
| 2 | 18,6 | 2 | 37,2 | 4 | 20,73684 |  |  |  |
| 3 | 20,4 | 3 | 61,2 | 9 | 20,35 |  |  |  |
| 4 | 19,9 | 4 | 79,6 | 16 | 19,96316 |  |  |  |
| 5 | 13,4 | 5 | 67 | 25 | 19,57632 |  |  |  |
| 6 | 22,1 | 6 | 132,6 | 36 | 19,18947 |  |  |  |
| 7 | 22,3 | 7 | 156,1 | 49 | 18,80263 |  |  |  |
| 8 | 20,1 | 8 | 160,8 | 64 | 18,41579 |  |  |  |
| 9 | 15,6 | 9 | 140,4 | 81 | 18,02895 |  |  |  |
| 10 | 18,2 | 10 | 182 | 100 | 17,64211 |  |  |  |
| 11 | 23,5 | 11 | 258,5 | 121 | 17,25526 |  |  |  |
| 12 | 20,4 | 12 | 244,8 | 144 | 16,86842 |  |  |  |
| 13 | 17,8 | 13 | 231,4 | 169 | 16,48158 |  |  |  |
| 14 | 16,9 | 14 | 236,6 | 196 | 16,09474 |  |  |  |
| 15 | 16 | 15 | 240 | 225 | 15,70789 |  |  |  |
| 16 | 17,5 | 16 | 280 | 256 | 15,32105 |  |  |  |
| 17 | 12,8 | 17 | 217,6 | 289 | 14,93421 |  |  |  |
| 18 | 8,4 | 18 | 151,2 | 324 | 14,54737 |  |  |  |
| 19 | 12,4 | 19 | 235,6 | 361 | 14,16053 |  |  |  |
| Сумма | 335,2 | 190 | 3131,5 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 17,64211 | 10 | 164,8158 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор подсолнечника во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. уменьшался на 0,387 тыс. тонн.

**Задание 7**

Имеются данные о валовом сборе овощей



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

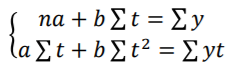
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 109 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 102 | 109 | -105,625 | -121,25 | 12807,03 | 11156,64 | 14701,56 |
| 3 | 115 | 102 | -92,625 | -128,25 | 11879,16 | 8579,391 | 16448,06 |
| 4 | 117 | 115 | -90,625 | -115,25 | 10444,53 | 8212,891 | 13282,56 |
| 5 | 112 | 117 | -95,625 | -113,25 | 10829,53 | 9144,141 | 12825,56 |
| 6 | 111 | 112 | -96,625 | -118,25 | 11425,91 | 9336,391 | 13983,06 |
| 7 | 105 | 111 | -102,625 | -119,25 | 12238,03 | 10531,89 | 14220,56 |
| 8 | 129 | 105 | -78,625 | -125,25 | 9847,781 | 6181,891 | 15687,56 |
| 9 | 99 | 129 | -108,625 | -101,25 | 10998,28 | 11799,39 | 10251,56 |
| 10 | 113 | 99 | -94,625 | -131,25 | 12419,53 | 8953,891 | 17226,56 |
| 11 | 125 | 113 | -82,625 | -117,25 | 9687,781 | 6826,891 | 13747,56 |
| 12 | 109 | 125 | -98,625 | -105,25 | 10380,28 | 9726,891 | 11077,56 |
| 13 | 90 | 109 | -117,625 | -121,25 | 14262,03 | 13835,64 | 14701,56 |
| 14 | 123 | 90 | -84,625 | -140,25 | 11868,66 | 7161,391 | 19670,06 |
| 15 | 89 | 123 | -118,625 | -107,25 | 12722,53 | 14071,89 | 11502,56 |
| 16 | 82 | 89 | -125,625 | -141,25 | 17744,53 | 15781,64 | 19951,56 |
| 17 | 54 | 82 | -153,625 | -148,25 | 22774,91 | 23600,64 | 21978,06 |
| 18 | 58 | 54 | -149,625 | -176,25 | 26371,41 | 22387,64 | 31064,06 |
| 19 | 65 | 58 | -142,625 | -172,25 | 24567,16 | 20341,89 | 29670,06 |
| Сумма | 1907 | 1842 |  |  | 253269,1 | 217631 | 301990,1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| 0,987928 | 207,625 | 230,25 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



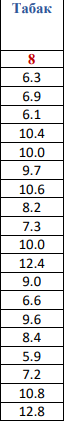
Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 109 | 1 | 109 | 1 | 124,2263 |  | -2,65088 | 126,8772 |
| 2 | 102 | 2 | 204 | 4 | 121,5754 |  |  |  |
| 3 | 115 | 3 | 345 | 9 | 118,9246 |  |  |  |
| 4 | 117 | 4 | 468 | 16 | 116,2737 |  |  |  |
| 5 | 112 | 5 | 560 | 25 | 113,6228 |  |  |  |
| 6 | 111 | 6 | 666 | 36 | 110,9719 |  |  |  |
| 7 | 105 | 7 | 735 | 49 | 108,3211 |  |  |  |
| 8 | 129 | 8 | 1032 | 64 | 105,6702 |  |  |  |
| 9 | 99 | 9 | 891 | 81 | 103,0193 |  |  |  |
| 10 | 113 | 10 | 1130 | 100 | 100,3684 |  |  |  |
| 11 | 125 | 11 | 1375 | 121 | 97,71754 |  |  |  |
| 12 | 109 | 12 | 1308 | 144 | 95,06667 |  |  |  |
| 13 | 90 | 13 | 1170 | 169 | 92,41579 |  |  |  |
| 14 | 123 | 14 | 1722 | 196 | 89,76491 |  |  |  |
| 15 | 89 | 15 | 1335 | 225 | 87,11404 |  |  |  |
| 16 | 82 | 16 | 1312 | 256 | 84,46316 |  |  |  |
| 17 | 54 | 17 | 918 | 289 | 81,81228 |  |  |  |
| 18 | 58 | 18 | 1044 | 324 | 79,1614 |  |  |  |
| 19 | 65 | 19 | 1235 | 361 | 76,51053 |  |  |  |
| Сумма | 1907 | 190 | 17559 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 100,3684 | 10 | 924,1579 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор овощей во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. уменьшался на 2,651 тыс. тонн.

**Задание 8**

Имеются данные о валовом сборе табака



Решение:

а) Рассмотрим систему координат Y0t, где Yt - валовой сбор, t — порядковый номер года. Нанесем в ней данные примера на координатную плоскость и построим график

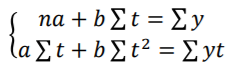
б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для чего надо заполнить вспомогательную таблицу 1 :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | yt | yt-1 | yt-y1- | yt-1-y2- | (yt - y1-)\*( yt -1 - y2 ) | (yt - y1-)2 | (yt-1 - y2-)2 |
| 1 | 6,3 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 6,9 | 6,3 | 16,625 | -13,125 | -218,203 | 276,3906 | 172,2656 |
| 3 | 6,1 | 6,9 | 15,825 | -12,525 | -198,208 | 250,4306 | 156,8756 |
| 4 | 10,4 | 6,1 | 20,125 | -13,325 | -268,166 | 405,0156 | 177,5556 |
| 5 | 10 | 10,4 | 19,725 | -9,025 | -178,018 | 389,0756 | 81,45062 |
| 6 | 9,7 | 10 | 19,425 | -9,425 | -183,081 | 377,3306 | 88,83062 |
| 7 | 10,6 | 9,7 | 20,325 | -9,725 | -197,661 | 413,1056 | 94,57563 |
| 8 | 8,2 | 10,6 | 17,925 | -8,825 | -158,188 | 321,3056 | 77,88063 |
| 9 | 7,3 | 8,2 | 17,025 | -11,225 | -191,106 | 289,8506 | 126,0006 |
| 10 | 10 | 7,3 | 19,725 | -12,125 | -239,166 | 389,0756 | 147,0156 |
| 11 | 12,4 | 10 | 22,125 | -9,425 | -208,528 | 489,5156 | 88,83062 |
| 12 | 9 | 12,4 | 18,725 | -7,025 | -131,543 | 350,6256 | 49,35063 |
| 13 | 6,6 | 9 | 16,325 | -10,425 | -170,188 | 266,5056 | 108,6806 |
| 14 | 9,6 | 6,6 | 19,325 | -12,825 | -247,843 | 373,4556 | 164,4806 |
| 15 | 8,4 | 9,6 | 18,125 | -9,825 | -178,078 | 328,5156 | 96,53063 |
| 16 | 5,9 | 8,4 | 15,625 | -11,025 | -172,266 | 244,1406 | 121,5506 |
| 17 | 7,2 | 5,9 | 16,925 | -13,525 | -228,911 | 286,4556 | 182,9256 |
| 18 | 10,8 | 7,2 | 20,525 | -12,225 | -250,918 | 421,2756 | 149,4506 |
| 19 | 12,8 | 10,8 | 22,525 | -8,625 | -194,278 | 507,3756 | 74,39062 |
| Сумма | 168,2 | 155,4 |  |  | -3614,35 | 6379,446 | 2158,641 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r1 | y1- | y2- |
| -0,97398 | -9,725 | 19,425 |

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора винограда содержит тенденцию, близкую к линейной. Поэтому для моделирования его тенденции используем линейную функцию y = a + bt.

Для расчета параметров a и b используем метод наименьших квадратов.



Для этого заполним вспомогательную таблицу 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | y | t | y\*t | t2 | yt |  | b | a |
| 1 | 6,3 | 1 | 6,3 | 1 | 7,957368 |  | 0,099474 | 7,857895 |
| 2 | 6,9 | 2 | 13,8 | 4 | 8,056842 |  |  |  |
| 3 | 6,1 | 3 | 18,3 | 9 | 8,156316 |  |  |  |
| 4 | 10,4 | 4 | 41,6 | 16 | 8,255789 |  |  |  |
| 5 | 10 | 5 | 50 | 25 | 8,355263 |  |  |  |
| 6 | 9,7 | 6 | 58,2 | 36 | 8,454737 |  |  |  |
| 7 | 10,6 | 7 | 74,2 | 49 | 8,554211 |  |  |  |
| 8 | 8,2 | 8 | 65,6 | 64 | 8,653684 |  |  |  |
| 9 | 7,3 | 9 | 65,7 | 81 | 8,753158 |  |  |  |
| 10 | 10 | 10 | 100 | 100 | 8,852632 |  |  |  |
| 11 | 12,4 | 11 | 136,4 | 121 | 8,952105 |  |  |  |
| 12 | 9 | 12 | 108 | 144 | 9,051579 |  |  |  |
| 13 | 6,6 | 13 | 85,8 | 169 | 9,151053 |  |  |  |
| 14 | 9,6 | 14 | 134,4 | 196 | 9,250526 |  |  |  |
| 15 | 8,4 | 15 | 126 | 225 | 9,35 |  |  |  |
| 16 | 5,9 | 16 | 94,4 | 256 | 9,449474 |  |  |  |
| 17 | 7,2 | 17 | 122,4 | 289 | 9,548947 |  |  |  |
| 18 | 10,8 | 18 | 194,4 | 324 | 9,648421 |  |  |  |
| 19 | 12,8 | 19 | 243,2 | 361 | 9,747895 |  |  |  |
| Сумма | 168,2 | 190 | 1738,7 | 2470 |  |  |  |  |
| Среднее | 8,852632 | 10 | 91,51053 | 130 |  |  |  |  |

**Вывод**. Таким образом, в среднем ежегодно валовый сбор табака во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 0,1 тыс. тонн.