МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.И. ГЕРЦЕНА»



Направление подготовки

09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Профиль «Технологии разработки программного обеспечения»

**Лабораторная работа №7**

**“Анализ временных рядов”**

|  | Работу выполнили:  Балаев Жамал,  Васильева Марина,  Иванов Никита,  Шардт Максим,  Рожков Максим  очная форма обучения  курс: 2; группа: ИВТ-1.1 |
| --- | --- |
|  | Научный руководитель:  Профессор Власова Елена Зотиковна |

Санкт-Петербург

2023

## **Содержание**

[ЛР №7. Выполнил Балаев Ж. Б. 3](#_nnr3ru9fslfs)

ЛР №7. Выполнила Васильева М. А. [12](#_5phhli87gshi)

[ЛР №7. Выполнил Иванов Н. Р. 21](#_vxxjytaacqo6)

[ЛР №7. Выполнил Рожков М. В. 30](#_cdk0e5r2gzpj)

[ЛР №7. Выполнил Шардт М. А. 39](#_gvbcjzgjki4e)

## 

## 

## **Лабораторная работа №7**

*Выполнил Балаев Ж. Б.*

**Цель работы:** ознакомиться с теорией анализа временных рядов, решить задачи используя метод “Анализ временных рядов”.

**Оборудования:** ПК, Microsoft Excel.

*Использованные формулы:*

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка, смещенных на одну единицу времени:

,

где ;

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда второго порядка:

,

где ;

*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 |

Требуется:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.1):

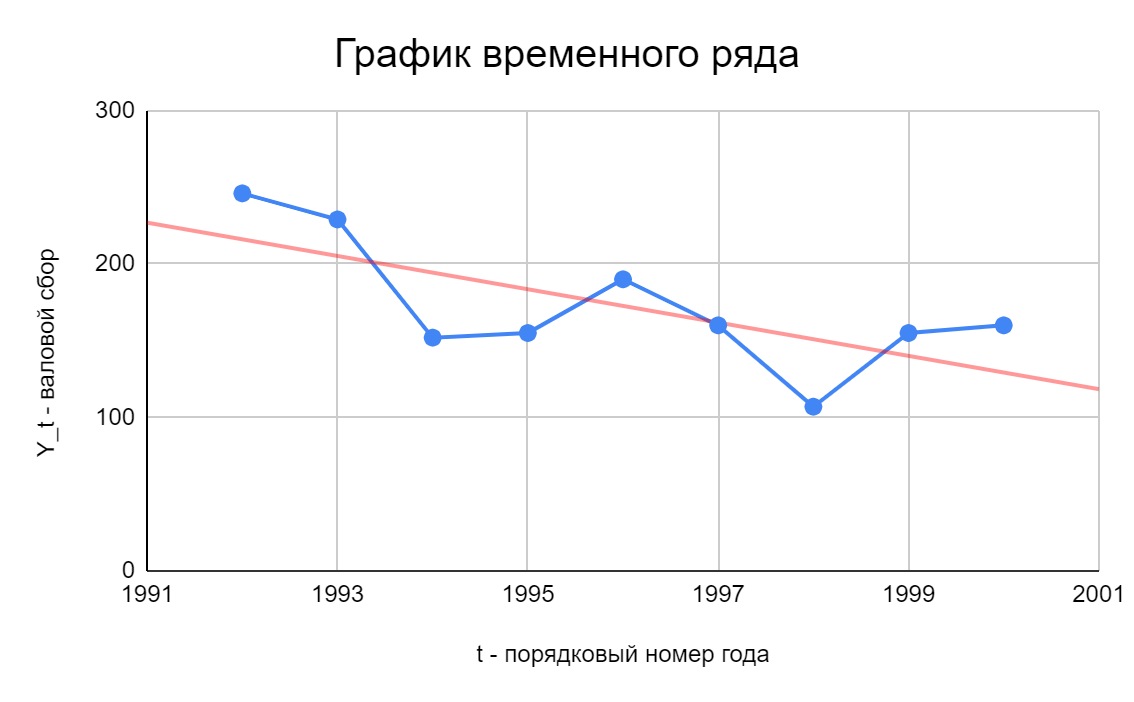


Рис.1. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 1):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,0625 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,5625 |
| 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 | 4522,5625 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| **Сумма** | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |

Табл.1. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

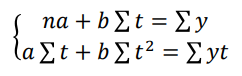
| **y1' =** | 163,5 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 174,25 |
|  |  |
| **r =** | 0,4655147266 |

Табл.2. Таблица с результатами

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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 3):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,1 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,4 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,7 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 151,0 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,3 |
| **Сумма** | 1554 | 45 | 7119 | 285 | 1554 |
| **Среднее значение** | 172,6666667 | 5 | 791 | 31,66666667 |  |

Табл.3. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 226,9166667 |
| --- | --- |
| **b =** | -10,85 |

Табл.4. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

*Задание 2:*

Выполнить вычисления для индивидуальной задачи. Используйте метод Анализ временных рядов.

*Задача.* На основании данных об урожайности одной сельскохозяйственной культуры:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры;

г) дать интерпретацию параметров тренда и сделать выводы по задаче.

Для выполнения Задания 2 используйте данные из таблицы, размещенной в файле Данные\_ЛР\_Анализ\_Данных.pdf.

Имеются данные об урожайности картофеля:

| **Годы** | **Валовой сбор картофеля, тыс. т** |
| --- | --- |
| 1980 | 70 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 83 |
| 1983 | 85 |
| 1984 | 68 |
| 1985 | 71 |
| 1986 | 81 |
| 1987 | 77 |
| 1988 | 83 |
| 1989 | 76 |
| 1990 | 81 |
| 1991 | 86 |
| 1992 | 70 |
| 1993 | 92 |
| 1994 | 70 |
| 1995 | 83 |
| 1996 | 92 |
| 1997 | 95 |
| 1998 | 107 |

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.2):

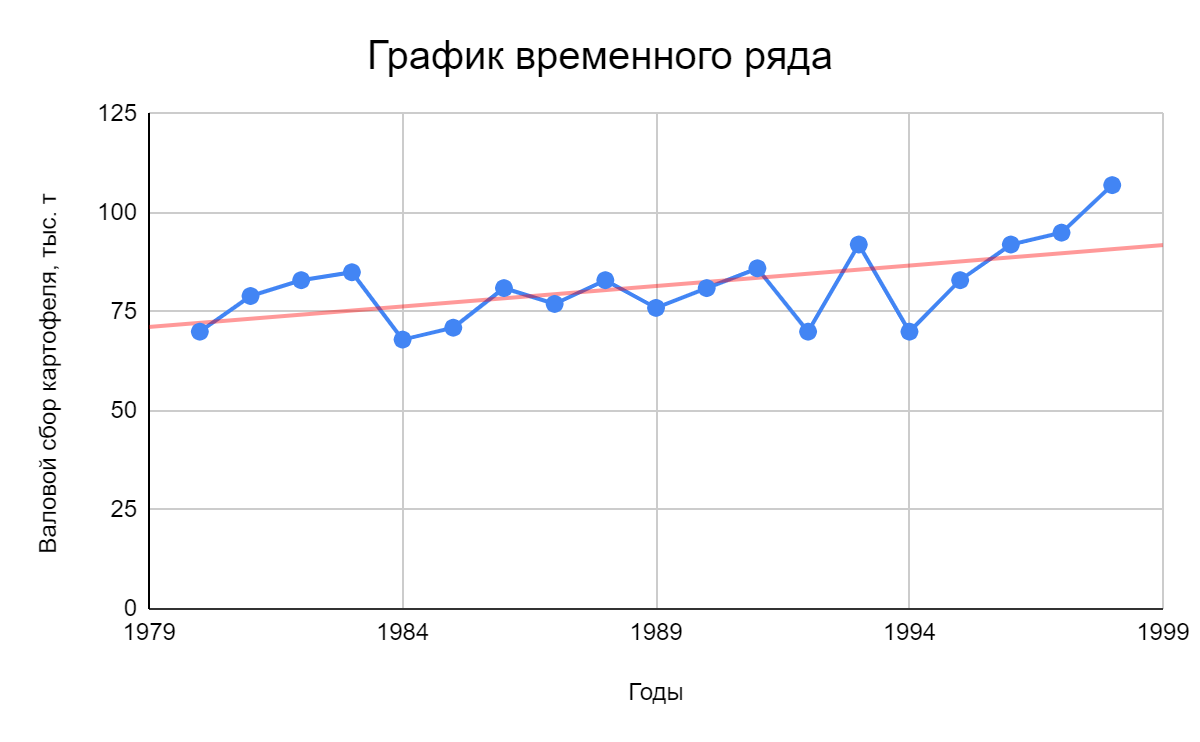


Рис.2. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 5):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 79 | 70 | -3,17 | -10,11 | 32,0487 | 10,0489 | 102,2121 |
| 3 | 83 | 79 | 0,83 | -1,11 | -0,9213 | 0,6889 | 1,2321 |
| 4 | 85 | 83 | 2,83 | 2,89 | 8,1787 | 8,0089 | 8,3521 |
| 5 | 68 | 85 | -14,17 | 4,89 | -69,2913 | 200,7889 | 23,9121 |
| 6 | 71 | 68 | -11,17 | -12,11 | 135,2687 | 124,7689 | 146,6521 |
| 7 | 81 | 71 | -1,17 | -9,11 | 10,6587 | 1,3689 | 82,9921 |
| 8 | 77 | 81 | -5,17 | 0,89 | -4,6013 | 26,7289 | 0,7921 |
| 9 | 83 | 77 | 0,83 | -3,11 | -2,5813 | 0,6889 | 9,6721 |
| 10 | 76 | 83 | -6,17 | 2,89 | -17,8313 | 38,0689 | 8,3521 |
| 11 | 81 | 76 | -1,17 | -4,11 | 4,8087 | 1,3689 | 16,8921 |
| 12 | 86 | 81 | 3,83 | 0,89 | 3,4087 | 14,6689 | 0,7921 |
| 13 | 70 | 86 | -12,17 | 5,89 | -71,6813 | 148,1089 | 34,6921 |
| 14 | 92 | 70 | 9,83 | -10,11 | -99,3813 | 96,6289 | 102,2121 |
| 15 | 70 | 92 | -12,17 | 11,89 | -144,7013 | 148,1089 | 141,3721 |
| 16 | 83 | 70 | 0,83 | -10,11 | -8,3913 | 0,6889 | 102,2121 |
| 17 | 92 | 83 | 9,83 | 2,89 | 28,4087 | 96,6289 | 8,3521 |
| 18 | 95 | 92 | 12,83 | 11,89 | 152,5487 | 164,6089 | 141,3721 |
| 19 | 107 | 95 | 24,83 | 14,89 | 369,7187 | 616,5289 | 221,7121 |
| **Сумма** | 1549 | 1442 |  |  | 325,6666 | 1698,5002 | 1153,7778 |

Табл.5. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

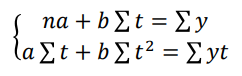
| **y1' =** | 82,1667 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 80,1111 |
|  |  |
| **r =** | 0,2326372898 |

Табл.6. Таблица с результатами

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора картофеля 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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 7):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,2 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,3 |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,3 |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,3 |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,4 |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,4 |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,4 |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,5 |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,5 |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,5 |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,6 |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,6 |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,6 |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,7 |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,7 |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,7 |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,8 |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,8 |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,8 |
| **Сумма** | 1549 | 190 | 16079 | 2470 | 1549,1 |
| **Среднее значение** | 81,53 | 10 | 846,26 | 130 |  |

Табл.7. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 71,21 |
| --- | --- |
| **b =** | 1,032 |

Табл.8. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1,032 тыс. тонн.

## **Лабораторная работа №7**

*Выполнила Васильева М. А.*

**Цель работы:** ознакомиться с теорией анализа временных рядов, решить задачи используя метод “Анализ временных рядов”.

**Оборудования:** ПК, Microsoft Excel.

*Использованные формулы:*

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка, смещенных на одну единицу времени:

,

где ;

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда второго порядка:

,

где ;

*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 |

Требуется:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.1):

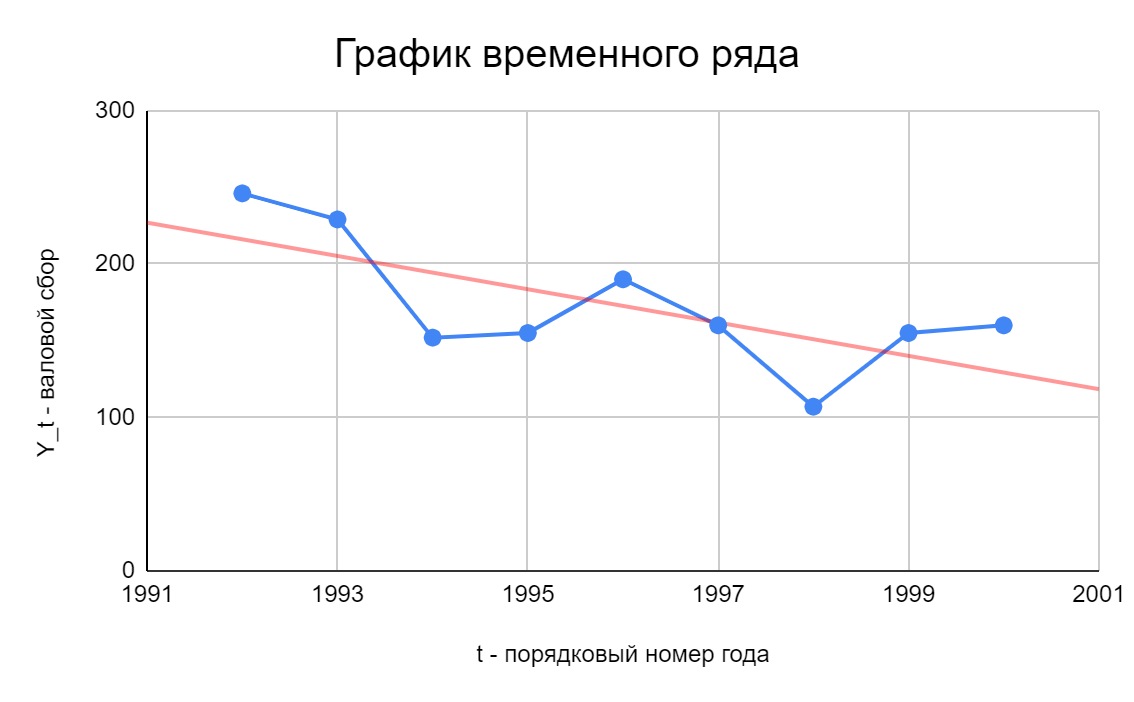


Рис.1. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 1):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,0625 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,5625 |
| 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 | 4522,5625 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| **Сумма** | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |

Табл.1. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

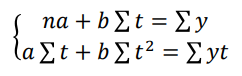
| **y1' =** | 163,5 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 174,25 |
|  |  |
| **r =** | 0,4655147266 |

Табл.2. Таблица с результатами

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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 3):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,1 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,4 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,7 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 151,0 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,3 |
| **Сумма** | 1554 | 45 | 7119 | 285 | 1554 |
| **Среднее значение** | 172,6666667 | 5 | 791 | 31,66666667 |  |

Табл.3. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 226,9166667 |
| --- | --- |
| **b =** | -10,85 |

Табл.4. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

*Задание 2:*

Выполнить вычисления для индивидуальной задачи. Используйте метод Анализ временных рядов.

*Задача.* На основании данных об урожайности одной сельскохозяйственной культуры:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры;

г) дать интерпретацию параметров тренда и сделать выводы по задаче.

Для выполнения Задания 2 используйте данные из таблицы, размещенной в файле Данные\_ЛР\_Анализ\_Данных.pdf.

Имеются данные об урожайности картофеля:

| **Годы** | **Валовой сбор картофеля, тыс. т** |
| --- | --- |
| 1980 | 70 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 83 |
| 1983 | 85 |
| 1984 | 68 |
| 1985 | 71 |
| 1986 | 81 |
| 1987 | 77 |
| 1988 | 83 |
| 1989 | 76 |
| 1990 | 81 |
| 1991 | 86 |
| 1992 | 70 |
| 1993 | 92 |
| 1994 | 70 |
| 1995 | 83 |
| 1996 | 92 |
| 1997 | 95 |
| 1998 | 107 |

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.2):

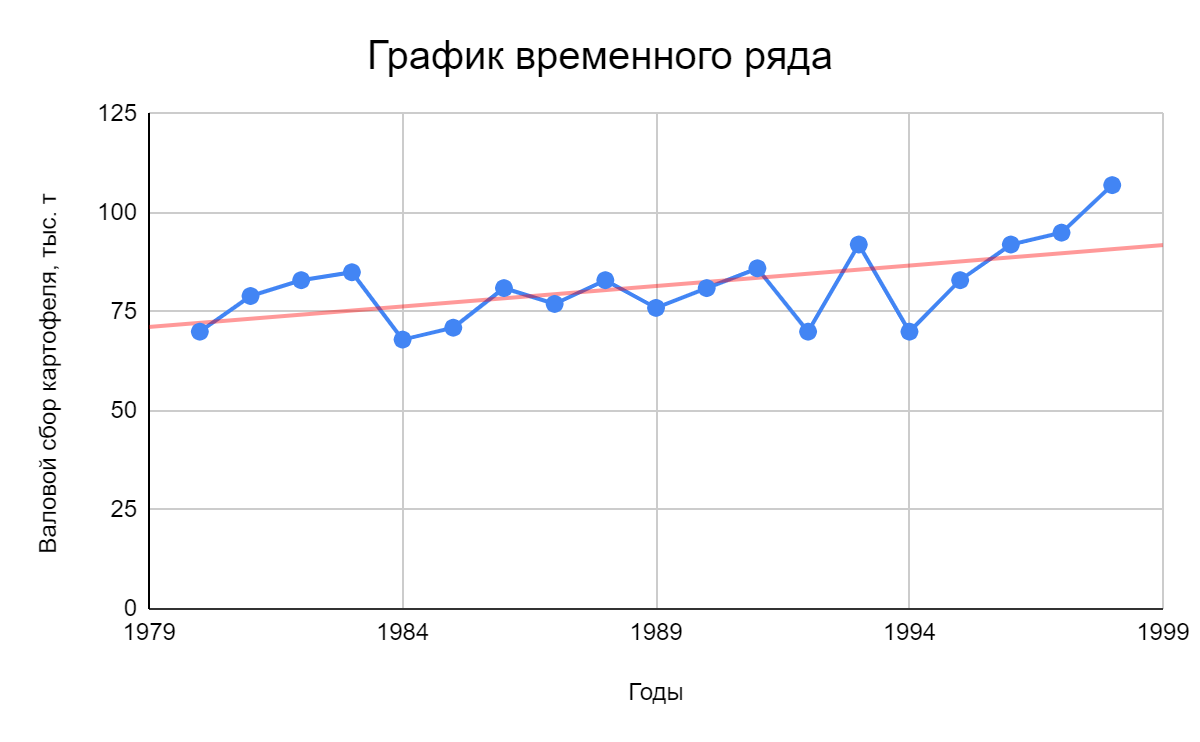


Рис.2. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 5):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 79 | 70 | -3,17 | -10,11 | 32,0487 | 10,0489 | 102,2121 |
| 3 | 83 | 79 | 0,83 | -1,11 | -0,9213 | 0,6889 | 1,2321 |
| 4 | 85 | 83 | 2,83 | 2,89 | 8,1787 | 8,0089 | 8,3521 |
| 5 | 68 | 85 | -14,17 | 4,89 | -69,2913 | 200,7889 | 23,9121 |
| 6 | 71 | 68 | -11,17 | -12,11 | 135,2687 | 124,7689 | 146,6521 |
| 7 | 81 | 71 | -1,17 | -9,11 | 10,6587 | 1,3689 | 82,9921 |
| 8 | 77 | 81 | -5,17 | 0,89 | -4,6013 | 26,7289 | 0,7921 |
| 9 | 83 | 77 | 0,83 | -3,11 | -2,5813 | 0,6889 | 9,6721 |
| 10 | 76 | 83 | -6,17 | 2,89 | -17,8313 | 38,0689 | 8,3521 |
| 11 | 81 | 76 | -1,17 | -4,11 | 4,8087 | 1,3689 | 16,8921 |
| 12 | 86 | 81 | 3,83 | 0,89 | 3,4087 | 14,6689 | 0,7921 |
| 13 | 70 | 86 | -12,17 | 5,89 | -71,6813 | 148,1089 | 34,6921 |
| 14 | 92 | 70 | 9,83 | -10,11 | -99,3813 | 96,6289 | 102,2121 |
| 15 | 70 | 92 | -12,17 | 11,89 | -144,7013 | 148,1089 | 141,3721 |
| 16 | 83 | 70 | 0,83 | -10,11 | -8,3913 | 0,6889 | 102,2121 |
| 17 | 92 | 83 | 9,83 | 2,89 | 28,4087 | 96,6289 | 8,3521 |
| 18 | 95 | 92 | 12,83 | 11,89 | 152,5487 | 164,6089 | 141,3721 |
| 19 | 107 | 95 | 24,83 | 14,89 | 369,7187 | 616,5289 | 221,7121 |
| **Сумма** | 1549 | 1442 |  |  | 325,6666 | 1698,5002 | 1153,7778 |

Табл.5. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

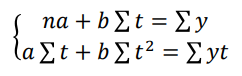
| **y1' =** | 82,1667 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 80,1111 |
|  |  |
| **r =** | 0,2326372898 |

Табл.6. Таблица с результатами

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора картофеля 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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 7):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,2 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,3 |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,3 |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,3 |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,4 |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,4 |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,4 |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,5 |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,5 |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,5 |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,6 |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,6 |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,6 |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,7 |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,7 |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,7 |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,8 |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,8 |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,8 |
| **Сумма** | 1549 | 190 | 16079 | 2470 | 1549,1 |
| **Среднее значение** | 81,53 | 10 | 846,26 | 130 |  |

Табл.7. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 71,21 |
| --- | --- |
| **b =** | 1,032 |

Табл.8. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1,032 тыс. тонн.

## **Лабораторная работа №7**

*Выполнил Иванов Н. Р.*

**Цель работы:** ознакомиться с теорией анализа временных рядов, решить задачи используя метод “Анализ временных рядов”.

**Оборудования:** ПК, Microsoft Excel.

*Использованные формулы:*

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка, смещенных на одну единицу времени:

,

где ;

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда второго порядка:

,

где ;

*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 |

Требуется:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.1):

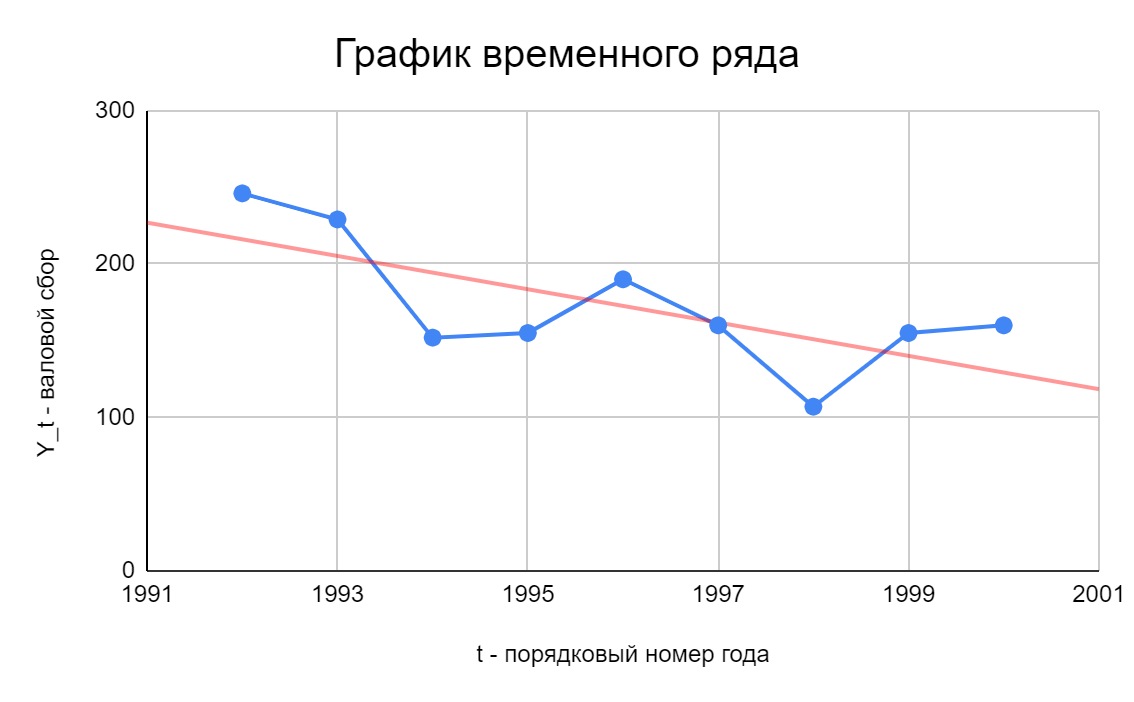


Рис.1. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 1):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,0625 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,5625 |
| 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 | 4522,5625 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| **Сумма** | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |

Табл.1. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

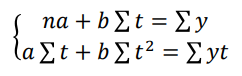
| **y1' =** | 163,5 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 174,25 |
|  |  |
| **r =** | 0,4655147266 |

Табл.2. Таблица с результатами

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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 3):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,1 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,4 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,7 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 151,0 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,3 |
| **Сумма** | 1554 | 45 | 7119 | 285 | 1554 |
| **Среднее значение** | 172,6666667 | 5 | 791 | 31,66666667 |  |

Табл.3. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 226,9166667 |
| --- | --- |
| **b =** | -10,85 |

Табл.4. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

*Задание 2:*

Выполнить вычисления для индивидуальной задачи. Используйте метод Анализ временных рядов.

*Задача.* На основании данных об урожайности одной сельскохозяйственной культуры:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры;

г) дать интерпретацию параметров тренда и сделать выводы по задаче.

Для выполнения Задания 2 используйте данные из таблицы, размещенной в файле Данные\_ЛР\_Анализ\_Данных.pdf.

Имеются данные об урожайности картофеля:

| **Годы** | **Валовой сбор картофеля, тыс. т** |
| --- | --- |
| 1980 | 70 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 83 |
| 1983 | 85 |
| 1984 | 68 |
| 1985 | 71 |
| 1986 | 81 |
| 1987 | 77 |
| 1988 | 83 |
| 1989 | 76 |
| 1990 | 81 |
| 1991 | 86 |
| 1992 | 70 |
| 1993 | 92 |
| 1994 | 70 |
| 1995 | 83 |
| 1996 | 92 |
| 1997 | 95 |
| 1998 | 107 |

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.2):

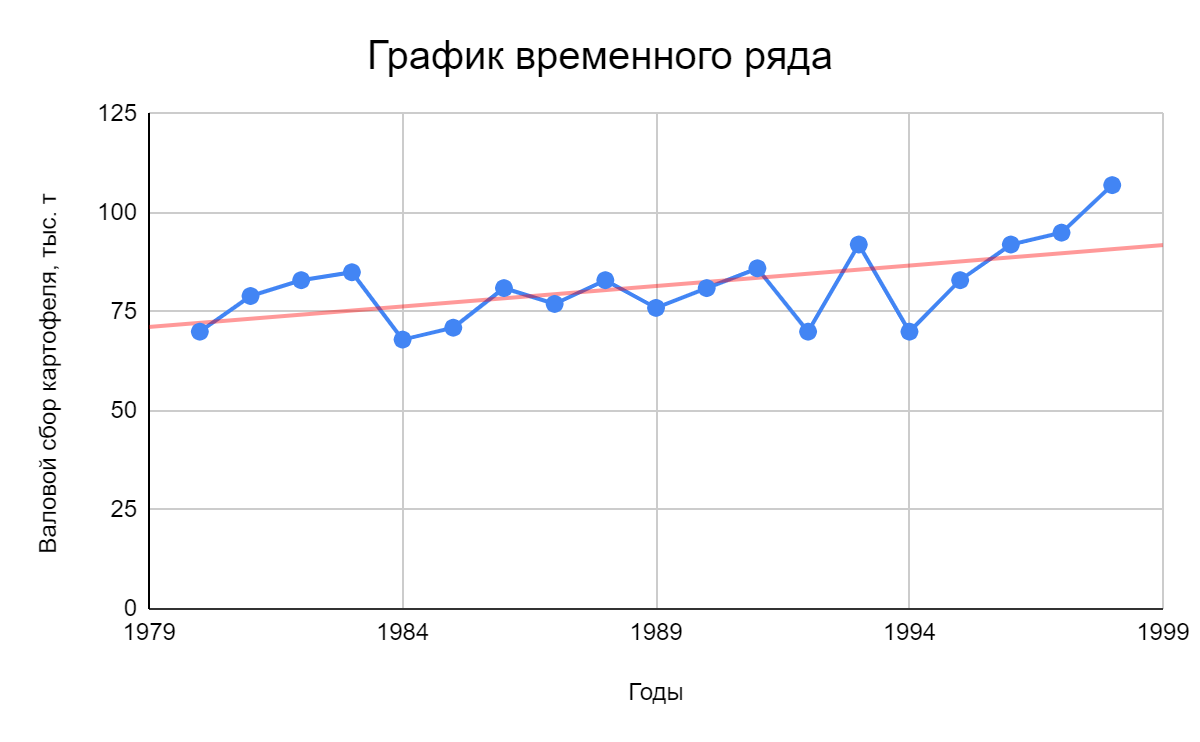


Рис.2. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 5):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 79 | 70 | -3,17 | -10,11 | 32,0487 | 10,0489 | 102,2121 |
| 3 | 83 | 79 | 0,83 | -1,11 | -0,9213 | 0,6889 | 1,2321 |
| 4 | 85 | 83 | 2,83 | 2,89 | 8,1787 | 8,0089 | 8,3521 |
| 5 | 68 | 85 | -14,17 | 4,89 | -69,2913 | 200,7889 | 23,9121 |
| 6 | 71 | 68 | -11,17 | -12,11 | 135,2687 | 124,7689 | 146,6521 |
| 7 | 81 | 71 | -1,17 | -9,11 | 10,6587 | 1,3689 | 82,9921 |
| 8 | 77 | 81 | -5,17 | 0,89 | -4,6013 | 26,7289 | 0,7921 |
| 9 | 83 | 77 | 0,83 | -3,11 | -2,5813 | 0,6889 | 9,6721 |
| 10 | 76 | 83 | -6,17 | 2,89 | -17,8313 | 38,0689 | 8,3521 |
| 11 | 81 | 76 | -1,17 | -4,11 | 4,8087 | 1,3689 | 16,8921 |
| 12 | 86 | 81 | 3,83 | 0,89 | 3,4087 | 14,6689 | 0,7921 |
| 13 | 70 | 86 | -12,17 | 5,89 | -71,6813 | 148,1089 | 34,6921 |
| 14 | 92 | 70 | 9,83 | -10,11 | -99,3813 | 96,6289 | 102,2121 |
| 15 | 70 | 92 | -12,17 | 11,89 | -144,7013 | 148,1089 | 141,3721 |
| 16 | 83 | 70 | 0,83 | -10,11 | -8,3913 | 0,6889 | 102,2121 |
| 17 | 92 | 83 | 9,83 | 2,89 | 28,4087 | 96,6289 | 8,3521 |
| 18 | 95 | 92 | 12,83 | 11,89 | 152,5487 | 164,6089 | 141,3721 |
| 19 | 107 | 95 | 24,83 | 14,89 | 369,7187 | 616,5289 | 221,7121 |
| **Сумма** | 1549 | 1442 |  |  | 325,6666 | 1698,5002 | 1153,7778 |

Табл.5. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

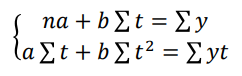
| **y1' =** | 82,1667 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 80,1111 |
|  |  |
| **r =** | 0,2326372898 |

Табл.6. Таблица с результатами

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора картофеля 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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 7):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,2 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,3 |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,3 |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,3 |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,4 |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,4 |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,4 |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,5 |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,5 |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,5 |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,6 |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,6 |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,6 |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,7 |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,7 |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,7 |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,8 |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,8 |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,8 |
| **Сумма** | 1549 | 190 | 16079 | 2470 | 1549,1 |
| **Среднее значение** | 81,53 | 10 | 846,26 | 130 |  |

Табл.7. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 71,21 |
| --- | --- |
| **b =** | 1,032 |

Табл.8. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1,032 тыс. тонн.

## **Лабораторная работа №7**

*Выполнил Рожков М. В.*

**Цель работы:** ознакомиться с теорией анализа временных рядов, решить задачи используя метод “Анализ временных рядов”.

**Оборудования:** ПК, Microsoft Excel.

*Использованные формулы:*

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка, смещенных на одну единицу времени:

,

где ;

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда второго порядка:

,

где ;

*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 |

Требуется:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.1):

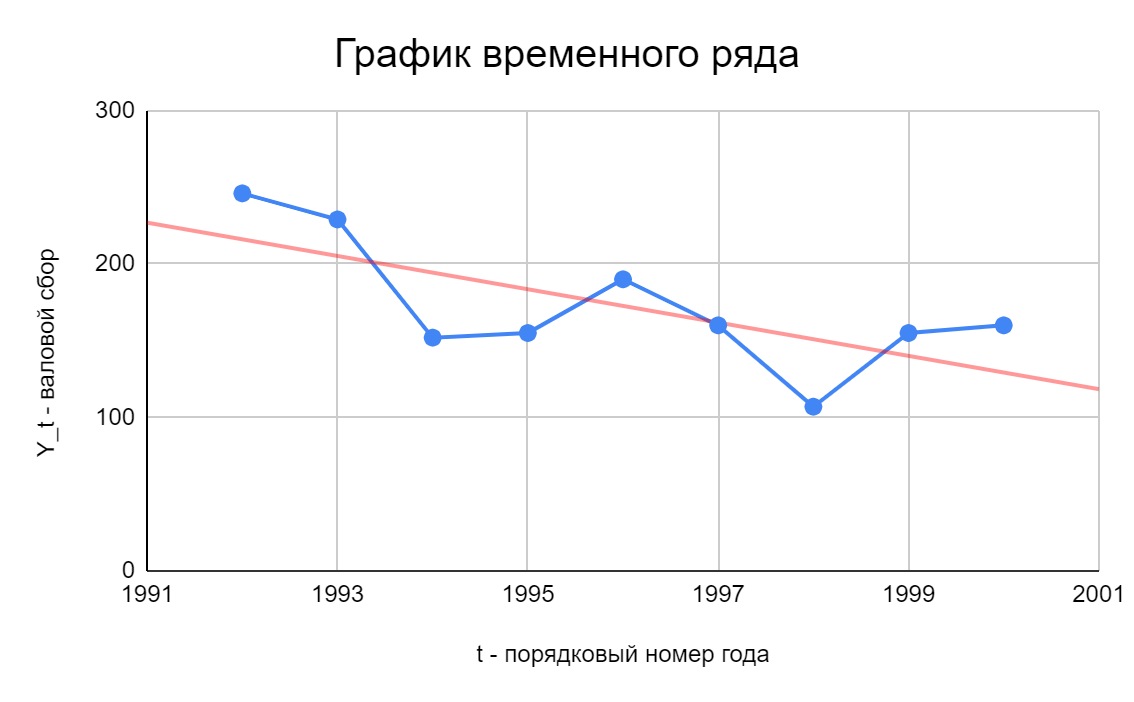


Рис.1. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 1):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,0625 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,5625 |
| 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 | 4522,5625 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| **Сумма** | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |

Табл.1. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

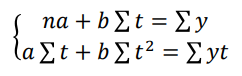
| **y1' =** | 163,5 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 174,25 |
|  |  |
| **r =** | 0,4655147266 |

Табл.2. Таблица с результатами

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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 3):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,1 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,4 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,7 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 151,0 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,3 |
| **Сумма** | 1554 | 45 | 7119 | 285 | 1554 |
| **Среднее значение** | 172,6666667 | 5 | 791 | 31,66666667 |  |

Табл.3. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 226,9166667 |
| --- | --- |
| **b =** | -10,85 |

Табл.4. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

*Задание 2:*

Выполнить вычисления для индивидуальной задачи. Используйте метод Анализ временных рядов.

*Задача.* На основании данных об урожайности одной сельскохозяйственной культуры:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры;

г) дать интерпретацию параметров тренда и сделать выводы по задаче.

Для выполнения Задания 2 используйте данные из таблицы, размещенной в файле Данные\_ЛР\_Анализ\_Данных.pdf.

Имеются данные об урожайности картофеля:

| **Годы** | **Валовой сбор картофеля, тыс. т** |
| --- | --- |
| 1980 | 70 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 83 |
| 1983 | 85 |
| 1984 | 68 |
| 1985 | 71 |
| 1986 | 81 |
| 1987 | 77 |
| 1988 | 83 |
| 1989 | 76 |
| 1990 | 81 |
| 1991 | 86 |
| 1992 | 70 |
| 1993 | 92 |
| 1994 | 70 |
| 1995 | 83 |
| 1996 | 92 |
| 1997 | 95 |
| 1998 | 107 |

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.2):

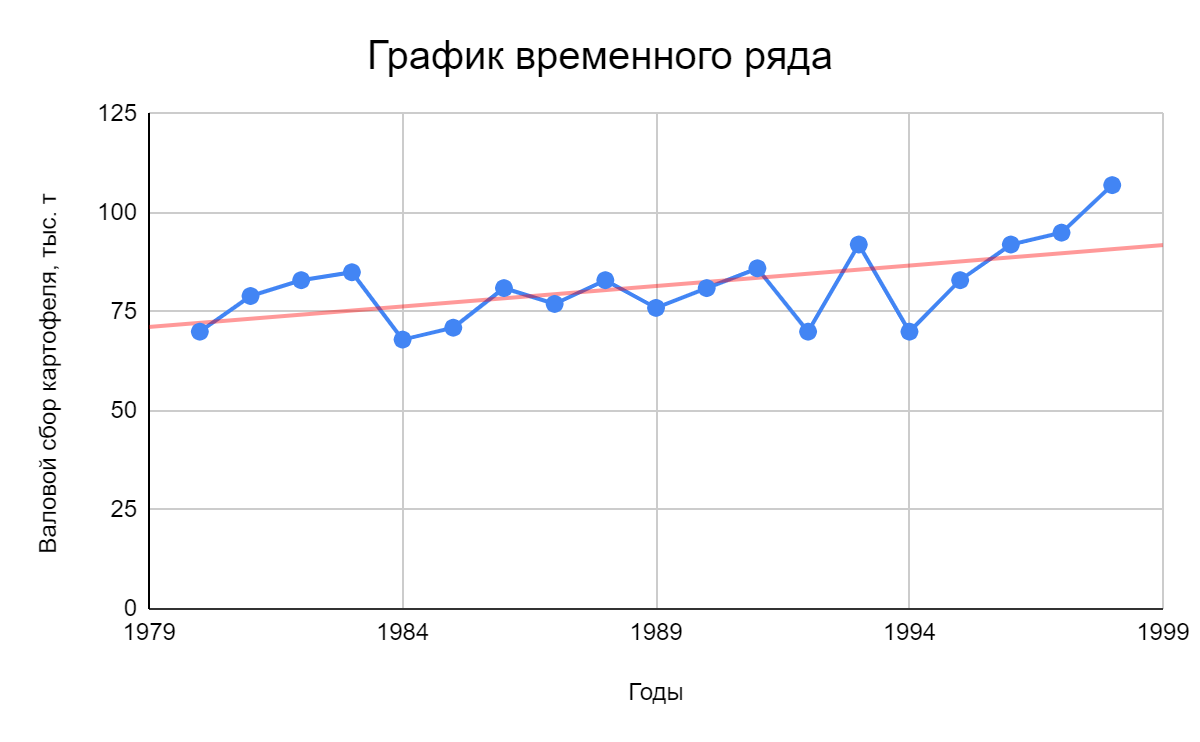


Рис.2. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 5):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 79 | 70 | -3,17 | -10,11 | 32,0487 | 10,0489 | 102,2121 |
| 3 | 83 | 79 | 0,83 | -1,11 | -0,9213 | 0,6889 | 1,2321 |
| 4 | 85 | 83 | 2,83 | 2,89 | 8,1787 | 8,0089 | 8,3521 |
| 5 | 68 | 85 | -14,17 | 4,89 | -69,2913 | 200,7889 | 23,9121 |
| 6 | 71 | 68 | -11,17 | -12,11 | 135,2687 | 124,7689 | 146,6521 |
| 7 | 81 | 71 | -1,17 | -9,11 | 10,6587 | 1,3689 | 82,9921 |
| 8 | 77 | 81 | -5,17 | 0,89 | -4,6013 | 26,7289 | 0,7921 |
| 9 | 83 | 77 | 0,83 | -3,11 | -2,5813 | 0,6889 | 9,6721 |
| 10 | 76 | 83 | -6,17 | 2,89 | -17,8313 | 38,0689 | 8,3521 |
| 11 | 81 | 76 | -1,17 | -4,11 | 4,8087 | 1,3689 | 16,8921 |
| 12 | 86 | 81 | 3,83 | 0,89 | 3,4087 | 14,6689 | 0,7921 |
| 13 | 70 | 86 | -12,17 | 5,89 | -71,6813 | 148,1089 | 34,6921 |
| 14 | 92 | 70 | 9,83 | -10,11 | -99,3813 | 96,6289 | 102,2121 |
| 15 | 70 | 92 | -12,17 | 11,89 | -144,7013 | 148,1089 | 141,3721 |
| 16 | 83 | 70 | 0,83 | -10,11 | -8,3913 | 0,6889 | 102,2121 |
| 17 | 92 | 83 | 9,83 | 2,89 | 28,4087 | 96,6289 | 8,3521 |
| 18 | 95 | 92 | 12,83 | 11,89 | 152,5487 | 164,6089 | 141,3721 |
| 19 | 107 | 95 | 24,83 | 14,89 | 369,7187 | 616,5289 | 221,7121 |
| **Сумма** | 1549 | 1442 |  |  | 325,6666 | 1698,5002 | 1153,7778 |

Табл.5. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

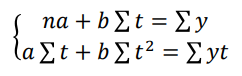
| **y1' =** | 82,1667 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 80,1111 |
|  |  |
| **r =** | 0,2326372898 |

Табл.6. Таблица с результатами

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора картофеля 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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 7):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,2 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,3 |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,3 |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,3 |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,4 |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,4 |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,4 |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,5 |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,5 |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,5 |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,6 |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,6 |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,6 |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,7 |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,7 |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,7 |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,8 |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,8 |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,8 |
| **Сумма** | 1549 | 190 | 16079 | 2470 | 1549,1 |
| **Среднее значение** | 81,53 | 10 | 846,26 | 130 |  |

Табл.7. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 71,21 |
| --- | --- |
| **b =** | 1,032 |

Табл.8. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1,032 тыс. тонн.

## **Лабораторная работа №7**

*Выполнил Шардт М. А.*

**Цель работы:** ознакомиться с теорией анализа временных рядов, решить задачи используя метод “Анализ временных рядов”.

**Оборудования:** ПК, Microsoft Excel.

*Использованные формулы:*

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка, смещенных на одну единицу времени:

,

где ;

1. Коэффициент автокорреляции уровней ряда второго порядка:

,

где ;

*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 |

Требуется:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры.

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.1):

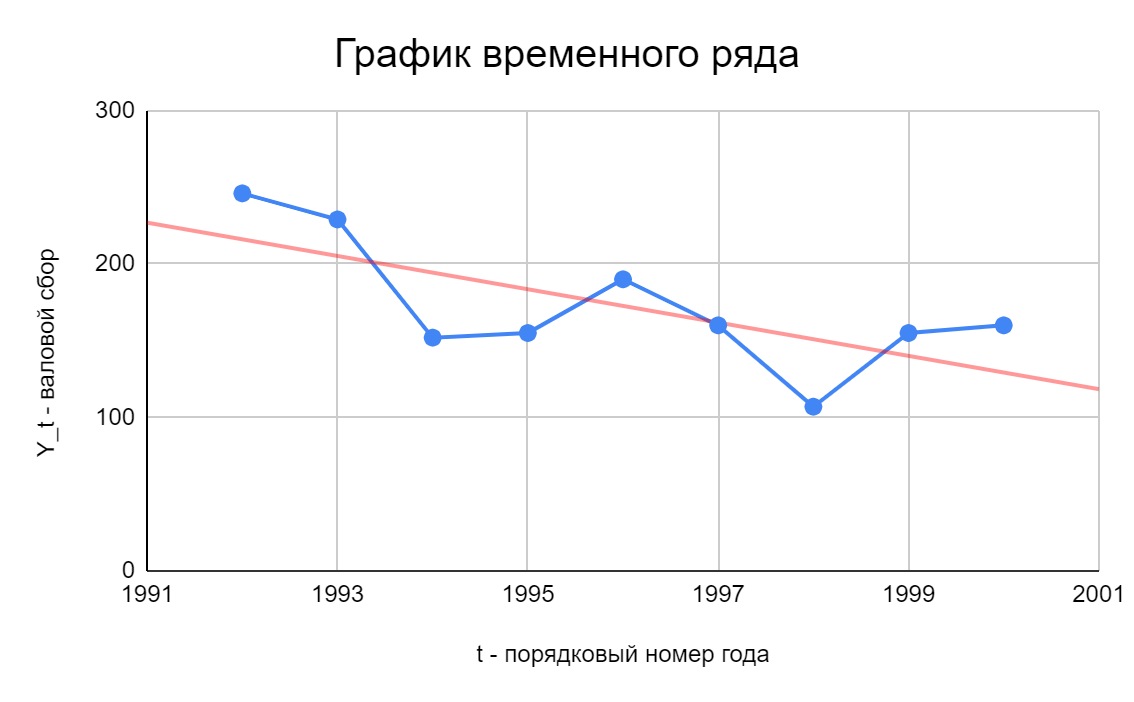


Рис.1. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 1):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 229 | 246 | 65,5 | 71,75 | 4699,625 | 4290,25 | 5148,0625 |
| 3 | 152 | 229 | -11,5 | 54,75 | -629,625 | 132,25 | 2997,5625 |
| 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 | 4522,5625 |
| 9 | 160 | 155 | -3,5 | -19,25 | 67,375 | 12,25 | 370,5625 |
| **Сумма** | 1554 | 1394 |  |  | 5138 | 8486 | 14355,5 |

Табл.1. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

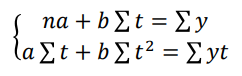
| **y1' =** | 163,5 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 174,25 |
|  |  |
| **r =** | 0,4655147266 |

Табл.2. Таблица с результатами

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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 3):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 246 | 1 | 246 | 1 | 216,1 |
| 2 | 229 | 2 | 458 | 4 | 205,2 |
| 3 | 152 | 3 | 456 | 9 | 194,4 |
| 4 | 155 | 4 | 620 | 16 | 183,5 |
| 5 | 190 | 5 | 950 | 25 | 172,7 |
| 6 | 160 | 6 | 960 | 36 | 161,8 |
| 7 | 107 | 7 | 749 | 49 | 151,0 |
| 8 | 155 | 8 | 1240 | 64 | 140,1 |
| 9 | 160 | 9 | 1440 | 81 | 129,3 |
| **Сумма** | 1554 | 45 | 7119 | 285 | 1554 |
| **Среднее значение** | 172,6666667 | 5 | 791 | 31,66666667 |  |

Табл.3. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 226,9166667 |
| --- | --- |
| **b =** | -10,85 |

Табл.4. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор винограда во всех категориях хозяйств за 1992-2000 гг. снижался на 10,85 тыс. тонн.

*Задание 2:*

Выполнить вычисления для индивидуальной задачи. Используйте метод Анализ временных рядов.

*Задача.* На основании данных об урожайности одной сельскохозяйственной культуры:

а) построить график временного ряда;

б) рассчитать коэффициент автокорреляции первого порядка;

в) обосновать выбор типа уравнения тренда и рассчитать его параметры;

г) дать интерпретацию параметров тренда и сделать выводы по задаче.

Для выполнения Задания 2 используйте данные из таблицы, размещенной в файле Данные\_ЛР\_Анализ\_Данных.pdf.

Имеются данные об урожайности картофеля:

| **Годы** | **Валовой сбор картофеля, тыс. т** |
| --- | --- |
| 1980 | 70 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 83 |
| 1983 | 85 |
| 1984 | 68 |
| 1985 | 71 |
| 1986 | 81 |
| 1987 | 77 |
| 1988 | 83 |
| 1989 | 76 |
| 1990 | 81 |
| 1991 | 86 |
| 1992 | 70 |
| 1993 | 92 |
| 1994 | 70 |
| 1995 | 83 |
| 1996 | 92 |
| 1997 | 95 |
| 1998 | 107 |

*Решение:*

а) На основе исходных данных построим график (Рис.2):

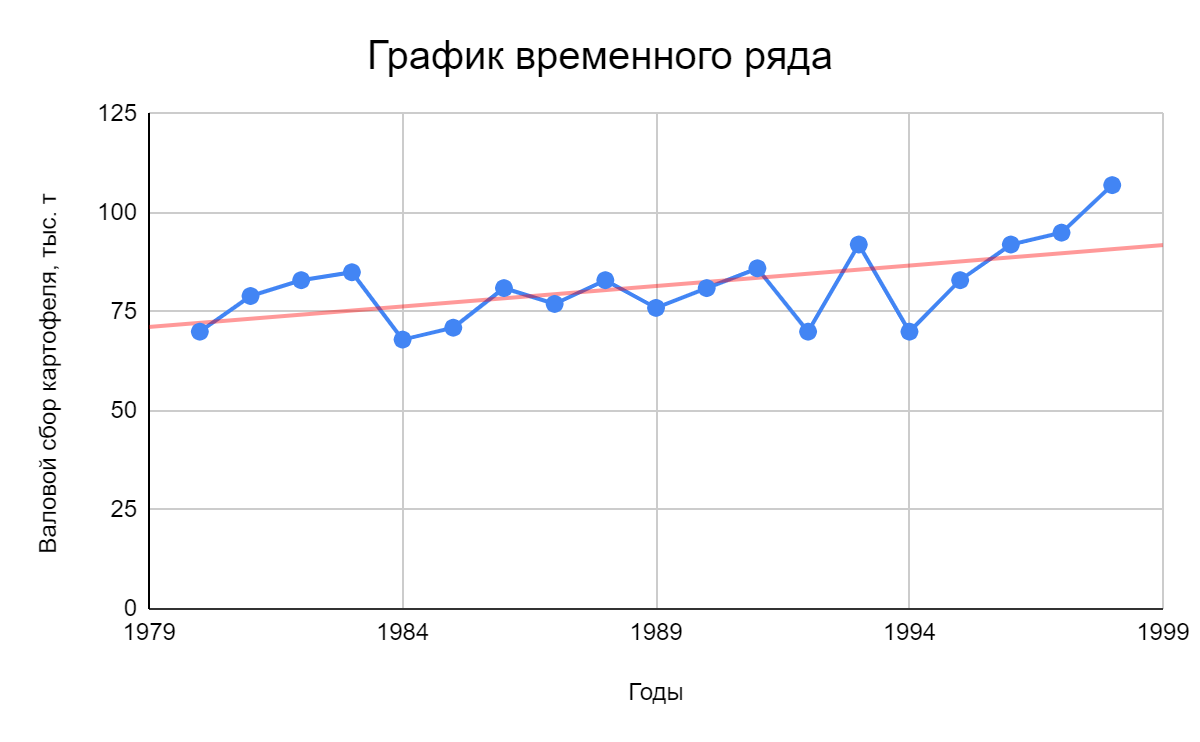


Рис.2. График временного ряда.

б) Определим коэффициент автокорреляции первого порядка, для этого заполним вспомогательную таблицу (Табл. 5):

| **t** | **y\_t** | **y\_t-1** | **y\_t - y1'** | **y\_t-1 - y2'** | **(y\_t - y1')(y\_t-1 - y2')** | **(y\_t - y1')^2** | **(y\_t-1 - y2')^2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 79 | 70 | -3,17 | -10,11 | 32,0487 | 10,0489 | 102,2121 |
| 3 | 83 | 79 | 0,83 | -1,11 | -0,9213 | 0,6889 | 1,2321 |
| 4 | 85 | 83 | 2,83 | 2,89 | 8,1787 | 8,0089 | 8,3521 |
| 5 | 68 | 85 | -14,17 | 4,89 | -69,2913 | 200,7889 | 23,9121 |
| 6 | 71 | 68 | -11,17 | -12,11 | 135,2687 | 124,7689 | 146,6521 |
| 7 | 81 | 71 | -1,17 | -9,11 | 10,6587 | 1,3689 | 82,9921 |
| 8 | 77 | 81 | -5,17 | 0,89 | -4,6013 | 26,7289 | 0,7921 |
| 9 | 83 | 77 | 0,83 | -3,11 | -2,5813 | 0,6889 | 9,6721 |
| 10 | 76 | 83 | -6,17 | 2,89 | -17,8313 | 38,0689 | 8,3521 |
| 11 | 81 | 76 | -1,17 | -4,11 | 4,8087 | 1,3689 | 16,8921 |
| 12 | 86 | 81 | 3,83 | 0,89 | 3,4087 | 14,6689 | 0,7921 |
| 13 | 70 | 86 | -12,17 | 5,89 | -71,6813 | 148,1089 | 34,6921 |
| 14 | 92 | 70 | 9,83 | -10,11 | -99,3813 | 96,6289 | 102,2121 |
| 15 | 70 | 92 | -12,17 | 11,89 | -144,7013 | 148,1089 | 141,3721 |
| 16 | 83 | 70 | 0,83 | -10,11 | -8,3913 | 0,6889 | 102,2121 |
| 17 | 92 | 83 | 9,83 | 2,89 | 28,4087 | 96,6289 | 8,3521 |
| 18 | 95 | 92 | 12,83 | 11,89 | 152,5487 | 164,6089 | 141,3721 |
| 19 | 107 | 95 | 24,83 | 14,89 | 369,7187 | 616,5289 | 221,7121 |
| **Сумма** | 1549 | 1442 |  |  | 325,6666 | 1698,5002 | 1153,7778 |

Табл.5. Вспомогательная таблица

Где по формуле (1) вычислим и коэффициент автокорреляции уровней ряда первого порядка :

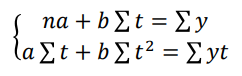
| **y1' =** | 82,1667 |
| --- | --- |
| **y2' =** | 80,1111 |
|  |  |
| **r =** | 0,2326372898 |

Табл.6. Таблица с результатами

в) Полученное значение коэффициента автокорреляции и графическое изображение временного ряда позволяют сделать вывод о том, что ряд валового сбора картофеля 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, составим систему из двух уравнений:



Для решения системы составим вспомогательную таблицу (Табл. 7):

| **№ п/п** | **y** | **t** | **y\*t** | **t^2** | **y\_t** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 70 | 1 | 70 | 1 | 72,2 |
| 2 | 79 | 2 | 158 | 4 | 73,3 |
| 3 | 83 | 3 | 249 | 9 | 74,3 |
| 4 | 85 | 4 | 340 | 16 | 75,3 |
| 5 | 68 | 5 | 340 | 25 | 76,4 |
| 6 | 71 | 6 | 426 | 36 | 77,4 |
| 7 | 81 | 7 | 567 | 49 | 78,4 |
| 8 | 77 | 8 | 616 | 64 | 79,5 |
| 9 | 83 | 9 | 747 | 81 | 80,5 |
| 10 | 76 | 10 | 760 | 100 | 81,5 |
| 11 | 81 | 11 | 891 | 121 | 82,6 |
| 12 | 86 | 12 | 1032 | 144 | 83,6 |
| 13 | 70 | 13 | 910 | 169 | 84,6 |
| 14 | 92 | 14 | 1288 | 196 | 85,7 |
| 15 | 70 | 15 | 1050 | 225 | 86,7 |
| 16 | 83 | 16 | 1328 | 256 | 87,7 |
| 17 | 92 | 17 | 1564 | 289 | 88,8 |
| 18 | 95 | 18 | 1710 | 324 | 89,8 |
| 19 | 107 | 19 | 2033 | 361 | 90,8 |
| **Сумма** | 1549 | 190 | 16079 | 2470 | 1549,1 |
| **Среднее значение** | 81,53 | 10 | 846,26 | 130 |  |

Табл.7. Вспомогательная таблица

Выразим из исходной системы a, подставим в b, вычислим b и вернемся к а, воспользуемся данными формулами и получим следующие результаты:

| **a =** | 71,21 |
| --- | --- |
| **b =** | 1,032 |

Табл.8. Таблица с результатами

Тогда мы получим следующее уравнение тренда:

**Ответ:** В среднем ежегодно валовый сбор картофеля во всех категориях хозяйств за 1980-1998 гг. увеличивался на 1,032 тыс. тонн.