**Лабораторная работа №5 Анализ остатков на автокорреляцию**

**Тест Дарбина –Уотсона**

Для примера сделано для 30 данных

Заполняем таблицу – первый столбец номера дней, второй остатки, третий разности вида четвертый столбец состоит из чисел вида

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **номера дней** | **остатки** | **сумма 1** | **сумма 2** |
| 1 | 0,3106987 | 6,2137876 | 0,0965337 |
| 2 | -2,182048 | 4,8473965 | 4,7613347 |
| 3 | 0,0196321 | 0,857087 | 0,0003854 |
| 4 | -0,906158 | 2,0669658 | 0,821122 |
| 5 | 0,5315368 | 0,9044356 | 0,2825313 |
| 6 | -0,419481 | 10,325384 | 0,1759647 |
| 7 | 2,7938322 | 9,5593989 | 7,8054983 |
| 8 | -0,297996 | 7,6505687 | 0,0888014 |
| 9 | 2,4679706 | 18,799215 | 6,0908787 |
| 10 | -1,867836 | 1,0664412 | 3,4888099 |
| 11 | -0,835149 | 0,0590553 | 0,6974742 |
| 12 | -0,592136 | 0,9914039 | 0,3506252 |
| 13 | 0,4035565 | 0,7157237 | 0,1628579 |
| 14 | -0,442448 | 0,020566 | 0,1957602 |
| 15 | -0,585857 | 1,5830047 | 0,3432279 |
| 16 | 0,6723186 | 1,7184457 | 0,4520123 |
| 17 | -0,638576 | 5,7411901 | 0,4077798 |
| 18 | 1,7575017 | 0,2938764 | 3,0888121 |
| 19 | 1,215398 | 0,0030795 | 1,4771922 |
| 20 | 1,2708914 | 0,0493245 | 1,615165 |
| 21 | 1,0488002 | 4,9446407 | 1,0999819 |
| 22 | -1,174855 | 0,273988 | 1,3802833 |
| 23 | -1,698293 | 0,5171923 | 2,8841996 |
| 24 | -0,979132 | 1,3200664 | 0,9587001 |
| 25 | 0,1698091 | 6,2784215 | 0,0288351 |
| 26 | 2,6754869 | 25,081796 | 7,1582303 |
| 27 | -2,332686 | 7,2806129 | 5,4414238 |
| 28 | 0,3655751 | 0,9030004 | 0,1336452 |
| 29 | -0,584688 | 0,1755774 | 0,3418603 |
| 30 | -0,165669 |  | 0,0274461 |

Находим сумму третьего столбца сумма1=120,24165, сумма четвертого столбца сумма2=51,857373, делим сумму1 на сумму 2 получаем d =2,318699. Теперь открываем таблицу Дарбина-Уотсона и на пересечении столбца k=1 и строки, которая соответствует числу находим два числа: . В рассматриваемом случае n=30 и соответственно

**Если ,то у остатков есть автокорреляция первого порядка, если d>, то автокорреляция первого порядка отсутствует. Если <d <, то это случай спорный, но принято считать, что автокорреляция первого порядка есть.**

В нашем случае d> это значит, автокорреляция первого порядка отсутствует.

Рассмотрим другой пример.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **остатки** | **сумма1** | **сумма2** |
| 1 | 0,4997701 | 0,1339485 | 0,2497702 |
| 2 | 0,8657598 | 0,0180203 | 0,7495401 |
| 3 | 0,9999997 | 0,0178073 | 0,9999994 |
| 4 | 0,8665558 | 0,1335222 | 0,750919 |
| 5 | 0,501149 | 0,2495565 | 0,2511503 |
| 6 | 0,0015927 | 0,2499826 | 2,537E-06 |
| 7 | -0,49839 | 0,1343748 | 0,2483926 |
| 8 | -0,864962 | 0,0182346 | 0,7481587 |
| 9 | -0,999997 | 0,0175954 | 0,9999943 |
| 10 | -0,86735 | 0,1330958 | 0,7522953 |
| 11 | -0,502527 | 0,2493417 | 0,2525329 |
| 12 | -0,003185 | 0,2501939 | 1,015E-05 |
| 13 | 0,4970086 | 0,1348011 | 0,2470175 |
| 14 | 0,8641613 | 0,01845 | 0,7467748 |
| 15 | 0,9999921 | 0,0173847 | 0,9999841 |
| 16 | 0,8681411 | 0,1326695 | 0,753669 |
| 17 | 0,5039029 | 0,2491257 | 0,2539181 |
| 18 | 0,0047779 | 0,2504041 | 2,283E-05 |
| 19 | -0,495626 | 0,1352274 | 0,2456451 |
| 20 | -0,863359 | 0,0186666 | 0,7453884 |
| 21 | -0,999984 | 0,0171751 | 0,9999689 |
| 22 | -0,86893 | 0,1322432 | 0,7550402 |
| 23 | -0,505278 | 0,2489085 | 0,2553057 |
| 24 | -0,006371 | 0,250613 | 4,058E-05 |
| 25 | 0,494242 | 0,1356537 | 0,2442752 |
| 26 | 0,8625541 | 0,0188843 | 0,7439995 |
| 27 | 0,9999743 | 0,0169668 | 0,9999486 |
| 28 | 0,8697176 | 0,1318169 | 0,7564088 |
| 29 | 0,5066516 | 0,2486902 | 0,2566959 |
| 30 | 0,0079632 |  | 6,341E-05 |

В этом случае d=0,250774, оно меньше чем , поэтому эти остатки имеют автокорреляцию первого порядка.

Определение. Если остатки связаны соотношением то говорят, что у остатков имеется автокорреляция первого порядка.

Найдем эту автокорреляцию. Для этого скопируем остатки со второго по 30 и с первого по 29, как показано ниже.

|  |  |
| --- | --- |
| **Столбец1** | **Столбец2** |
| 0,865759839 | 0,499770103 |
| 0,999999683 | 0,865759839 |
| 0,8665558 | 0,999999683 |
| 0,501148958 | 0,8665558 |
| 0,001592653 | 0,501148958 |
| -0,49838998 | 0,001592653 |
| -0,86496168 | -0,49838998 |
| -0,99999715 | -0,86496168 |
| -0,86734956 | -0,99999715 |
| -0,50252654 | -0,86734956 |
| -0,0031853 | -0,50252654 |
| 0,497008592 | -0,0031853 |
| 0,864161332 | 0,497008592 |
| 0,999992073 | 0,864161332 |
| 0,868141125 | 0,999992073 |
| 0,503902852 | 0,868141125 |
| 0,004777943 | 0,503902852 |
| -0,49562594 | 0,004777943 |
| -0,86335879 | -0,49562594 |
| -0,99998446 | -0,86335879 |
| -0,86893049 | -0,99998446 |
| -0,50527788 | -0,86893049 |
| -0,00637057 | -0,50527788 |
| 0,494242039 | -0,00637057 |
| 0,862554057 | 0,494242039 |
| 0,999974318 | 0,862554057 |
| 0,869717642 | 0,999974318 |
| 0,506651633 | 0,869717642 |
| 0,007963184 | 0,506651633 |

Теперь откроем вкладку «Регрессия» и во входной интервал Y скопируем первый столбец, а второй скопируем во входной интервал X. Не забудем поставить флажок в опции Остатки! В результате получим:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дисперсионный анализ** |  |  |  |  |  |
|  | *df* | *SS* | *MS* | *F* | *Значимость F* |
| Регрессия | 1 | 10,90051641 | 10,90051641 | 84,20844 | 8,67951E-10 |
| Остаток | 27 | 3,495064622 | 0,129446838 |  |  |
| Итого | 28 | 14,39558104 |  |  |  |

Из этой таблицы следует, что уравнение автокорреляции первого порядка адекватно опытным данным, поскольку Значимость F меньше 0,05.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Столбец1*** | ***Коэффициенты*** | ***Стандартная ошибка*** | ***t-статистика*** | ***P-Значение*** |
| Y-пересечение | 0,0002465 | 0,06790505 | 0,003630587 | 0,99713 |
| Переменная X 1 | 0,8662312 | 0,09439653 | 9,176515735 | 8,68E-10 |

Из этой таблицы мы видим, что коэффициент Y-пересечение не значим, а коэффициент Переменная X1 значимо отличается от нуля. Следовательно уравнение описывающее автокорреляцию первого порядка имеет вид

Теперь будем искать автокорреляцию высших порядков, если она есть. Для этого рассмотри остатки, которые получились после поиска автокорреляцию первого порядка! Запишем их в следующем виде. Это надо сделать 12! Раз.

Таблица лесенкой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Столбец1** | **Столбец2** | **Столбец3** | **Столбец4** | **Столбец5** | **Столбец6** |
| 0,432596828 |  |  |  |  |  |
| 0,249804927 | 0,432596828 |  |  |  |  |
| 7,82983E-05 | 0,249804927 | 0,432596828 |  |  |  |
| -0,24973528 | 7,82983E-05 | 0,249804927 | 0,432596828 |  |  |
| -0,43276477 | -0,249735283 | 7,82983E-05 | 0,249804927 | 0,432596828 |  |
| -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 | 7,82983E-05 | 0,249804927 | 0,432596828 |
| -0,43348725 | -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 | 7,82983E-05 | 0,249804927 |
| -0,25098685 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,432764766 | -0,24973528 | 7,82983E-05 |
| -0,00136733 | -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,43276477 | -0,24973528 |
| 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,43276477 |
| 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 | -0,43348725 | -0,50001612 |
| 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 | -0,25098685 | -0,43348725 |
| 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,00136733 | -0,25098685 |
| 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,00136733 |
| 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 |
| -0,24835465 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 |
| -0,43196499 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 |
| -0,50001128 | -0,431964985 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 |
| -0,43427865 | -0,500011283 | -0,431964985 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 |
| -0,25236264 | -0,434278648 | -0,500011283 | -0,431964985 | -0,24835465 | 0,001670215 |
| -0,00295924 | -0,252362643 | -0,434278648 | -0,500011283 | -0,43196499 | -0,24835465 |
| 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 | -0,434278648 | -0,50001128 | -0,43196499 |
| 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 | -0,43427865 | -0,50001128 |
| 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 | -0,25236264 | -0,43427865 |
| 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,00295924 | -0,25236264 |
| 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,00295924 |
| 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 |
| -0,24697149 | 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 |
| -0,43116082 | -0,246971495 | 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 |
|  | -0,431160824 | -0,246971495 | 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 |
|  |  | -0,431160824 | -0,246971495 | 0,003262112 | 0,252556511 |
|  |  |  | -0,431160824 | -0,24697149 | 0,003262112 |
|  |  |  |  | -0,43116082 | -0,24697149 |
|  |  |  |  |  | -0,43116082 |

Теперь входим в Анализ данных, Корреляция. Вставляем туда всю эту таблицу от первого элемента до последнего. Получаем

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***что*** | ***Столбец 1*** | ***Столбец 2*** | ***Столбец 3*** | ***Столбец 4*** | ***Столбец 5*** | ***Столбец 6*** |
| Столбец 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| Столбец 2 | 0,853483598 | 1 |  |  |  |  |
| Столбец 3 | 0,450432903 | 0,853483598 | 1 |  |  |  |
| Столбец 4 | -0,060459802 | 0,450432903 | 0,853483598 | 1 |  |  |
| Столбец 5 | -0,5271229 | -0,060459802 | 0,450432903 | 0,853483598 | 1 |  |
| Столбец 6 | -0,86522752 | -0,5271229 | -0,060459802 | 0,450432903 | 0,853483598 | 1 |

Из этой таблицы видно, коэффициент корреляции между первым столбцом и вторым 0,853483598, между первым и третьим 0,450432903 и т.д. В таблице лесенкой выбираем только те столбцы, коэффициент корреляции которых по модулю больше 0,3. Это второй третий , пятый и шестой столбцы. Преобразуем таблицу лесенкой так

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 столбец | 2 столбец | 3 столбец | 4 столбец | 5 столбец | 6 столбец |
| -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 | 7,82983E-05 | 0,249804927 | 0,432596828 |
| -0,433487247 | -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 | 7,82983E-05 | 0,249804927 |
| -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 | 7,82983E-05 |
| -0,001367328 | -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,432764766 | -0,249735283 |
| 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 | -0,432764766 |
| 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 | -0,433487247 | -0,50001612 |
| 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 | -0,433487247 |
| 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 | -0,250986849 |
| 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 | -0,001367328 |
| 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 | 0,248552211 |
| -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 | 0,431872353 |
| -0,431964985 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 | 0,499521265 |
| -0,500011283 | -0,431964985 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 | 0,433390427 |
| -0,434278648 | -0,500011283 | -0,431964985 | -0,248354648 | 0,001670215 | 0,251181995 |
| -0,252362643 | -0,434278648 | -0,500011283 | -0,431964985 | 0,248354648- | 0,001670215 |
| -0,002959237 | -0,252362643 | -0,434278648 | -0,500011283 | -0,431964985 | -0,248354648 |
| 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 | -0,434278648 | -0,500011283 | -0,431964985 |
| 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 | -0,434278648 | -0,500011283 |
| 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 | -0,434278648 |
| 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 | -0,252362643 |
| 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 | -0,002959237 |
| 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 | 0,247170315 |
| -0,246971495 | 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 | 0,431070381 |
| -0,431160824 | -0,246971495 | 0,003262112 | 0,252556511 | 0,434179627 | 0,499513892 |

Определение. Автокорреляция высших порядков имеет вид

Для построения этого уравнения Зайдем во вкладку «Регрессия» и во входной интервал Y скопируем первый столбец, а со второго по шестой скопируем во входной интервал X. В результате получим

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дисперсионный анализ** | **Столбец1** | **Столбец2** | **Столбец3** | **Столбец4** | **Столбец5** |
|  | *df* | *SS* | *MS* | *F* | *Значимость F* |
| Регрессия | 4 | 2,734981788 | 0,683745447 | 2,78184E+31 | 7,5843E-277 |
| Остаток | 20 | 9,83154E-31 | 4,91577E-32 |  |  |
| Итого | 24 | 2,734981788 |  |  |  |

Из этой таблицы видно, поскольку значимость F меньше чем 0,05 наше уравнение адекватно опытным данным.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Столбец1*** | ***Коэффициенты*** | ***Стандартная ошибка*** | ***t-статистика*** | ***P-Значение*** |
| Y-пересечение | -0,00010409 | 4,63235E-17 | -2,247E+12 | 1,6759E-235 |
| Переменная X 1 | 1,155054366 | 1,54854E-16 | 7,45901E+15 | 6,3486E-306 |
| Переменная X 2 | 0 | 0 | 65535 | #ЧИСЛО! |
| Переменная X 3 | -0,57726182 | 1,49688E-16 | -3,85644E+15 | 3,4085E-300 |
| Переменная X 4 | 0 | 0 | 65535 | #ЧИСЛО! |

Из этой таблицы видно, что Y-пересечение, Переменная X 1, Переменная X 3 значимо отличаются от нуля. Остальные коэффициенты не значимы. Окончательное уравнение автокорреляции остатков имеет вид +1,155054366.

**Вывод по работе. Остатки имеют автокорреляцию первого и третьего порядков.**