

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАРАБОТНОЙ  
ПЛАТЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 451 группы  
направления 38.03.05 Бизнес-информатика  
механико-математического факультета  
Григорьева Александра Александровича

Научный руководитель:

Доцент, к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Новиков В. В.

Заведующий кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ Дудов С. И.

Саратов 2020

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящих условиях российской экономики применение эконометрических методов становится все более актуальным способом проведения экономических исследований, анализа взаимосвязей экономических показателей, явлений и процессов.

Эконометрика как наука расположена между экономикой, статистикой и математикой. С помощью математических и статистических методов и моделей в ней изучаются конкретные качественные и количественные взаимосвязи экономических объектов и процессов.

Эконометрические методы — это прежде всего методы статистического анализа конкретных экономических данных.

Основные задачи эконометрики — формировать экономические модели, основываясь на эмпирические данные и экономическую теорию, с помощью которых можно делать научно обоснованные прогнозы.

В данной работе используются регрессионные модели с одним уравнением, системы одновременных уравнений, изучается модель парной регрессии, метод наименьших квадратов, линейная регрессия, теорема Гаусса-Маркова, основные гипотезы линейной регрессионной модели, модель множественной регрессии, ее основные гипотезы и тесты на гетероскедастичность.

Проводится собственное эконометрическое исследование на основе реальных экономических данных, результатом которого является модель среднегодового уровня заработной платы в Российской Федерации, проводится оценка полученных результатов и делаются соответствующие выводы.

Данные берутся с официального информационного интернет-ресурса Федеральной службы государственной статистики gks.ru в формате Excel.

Исследовательская работа проводится при помощи специализированного эконометрического инструмента — программного пакета Gretl.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Для анализа средней заработной платы в Российской Федерации мы будем использовать статистические данные по нескольким показателям, представленным на рисунке 1:

|    |      |        |          |               |             |                 |         |
|----|------|--------|----------|---------------|-------------|-----------------|---------|
| fx |      |        |          |               |             |                 |         |
|    | A    | B      | C        | D             | E           | F               | G       |
| 1  | YEAR | SALARY | GDP      | EXPORT \$ USA | RATE \$ USA | INFLATION INDEX | LABOR   |
| 2  | 1999 | 1523   | 4823.2   | 115088        | 20.65       | 96.92           | 72780   |
| 3  | 2000 | 2223   | 7305.6   | 141351        | 27          | 28.93           | 72770.0 |
| 4  | 2001 | 3240   | 8943.6   | 147870        | 28.16       | 20.71           | 71546.6 |
| 5  | 2002 | 4360   | 10830.5  | 160486        | 30.13       | 18.96           | 72357.1 |
| 6  | 2003 | 5499   | 13208.2  | 202274        | 31.78       | 14.29           | 72273.0 |
| 7  | 2004 | 6740   | 17027.2  | 272105        | 29.45       | 11.28           | 72984.7 |
| 8  | 2005 | 8555   | 21609.8  | 363863        | 27.74       | 12.7            | 73581.0 |
| 9  | 2006 | 10634  | 26917.2  | 460668        | 28.78       | 10.71           | 74418.9 |
| 10 | 2007 | 13593  | 33247.5  | 569614        | 26.33       | 8.2             | 75288.9 |
| 11 | 2008 | 17290  | 41276.8  | 754971        | 24.54       | 12.56           | 75700.1 |
| 12 | 2009 | 18638  | 38807.2  | 481079        | 29.39       | 13.35           | 75694.2 |
| 13 | 2010 | 20952  | 46308.5  | 638354        | 30.18       | 8.02            | 75477.9 |
| 14 | 2011 | 23369  | 60282.5  | 833964        | 30.35       | 9.56            | 75779.0 |
| 15 | 2012 | 26909  | 68163.9  | 863205        | 32.19       | 4.16            | 75676.1 |
| 16 | 2013 | 29940  | 73133.9  | 863104        | 30.37       | 7.07            | 75528.9 |
| 17 | 2014 | 32600  | 79199.7  | 804681        | 32.65       | 6.05            | 75428.4 |
| 18 | 2015 | 33925  | 83094.3  | 534440        | 56.23       | 14.97           | 76587.5 |
| 19 | 2016 | 36703  | 86014.2  | 473203        | 72.92       | 9.77            | 76636.1 |
| 20 | 2017 | 39085  | 92101.3  | 591672        | 60.65       | 5.02            | 76108.5 |
| 21 | 2018 | 43400  | 103875.8 | 691690        | 57.6        | 2.21            | 76011.4 |
| 22 |      |        |          |               |             |                 |         |
| 23 |      |        |          |               |             |                 |         |

**Рисунок 1 – Статистические данные о среднегодовой заработной плате в Российской Федерации**

Все представленные результаты получены с использованием программного продукта Excel.

В начале эконометрического исследования определим набор факторов, потенциально влияющих на уровень заработной платы в Российской Федерации. По нашей гипотезе будут влиять следующие показатели:

1. Средняя заработная плата в Российской Федерации (Salary. В руб.)
2. ВВП (GDP, Gross Domestic Product. В млрд. руб)
3. Экспорт в долларах США (Export USA. В дол. США)
4. Курс доллара (Rate USA. В руб.)
5. Индекс инфляции (Inflation Index)
6. Численность рабочей силы в Российской Федерации (Labor)

Средняя заработная плата в Российской Федерации вычисляется как сумма зарплат всего работающего населения, деленная на количество работающего населения. Средний размер оплаты труда совсем не обязательно является зарплатой «среднего» работника, так как в нём учитываются как очень

высокие зарплаты, так и очень низкие, которые не имеют отношения к «среднему» работнику.

ВВП — макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведённых за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления, вне зависимости от национальной принадлежности использованных факторов производства. Стоимость выражена в млрд. долларов США.

Экспорт — макроэкономический показатель, суммирующий стоимости экспорта товаров и экспорта услуг.

Экспорт товаров — продажа материальных благ нерезидентам данной страны. Экспорт услуг — возмещаемое предоставление зарубежным партнёрам услуг производственного или потребительского характера.

Экспорт выражается в млрд. долларов США.

Курс доллара — стоимость доллара в рублях.

Все данные были взяты с официального информационного интернет-ресурса Федеральной службы государственной статистики gks.ru.

## **ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ В GRETL**

С помощью приложения Gretl оценим качество построенной модели. А именно:

1. проверим наличие автокорреляции остатков;
2. проверим наличие гетероскедастичности с помощью теста Вайта;
3. проверим на нормальность остатков;
4. сделаем соответствующие выводы.

Данные находятся в файле Excel.

|    | A    | B      | C        | D             | E           | F               | G       |
|----|------|--------|----------|---------------|-------------|-----------------|---------|
| 1  | YEAR | SALARY | GDP      | EXPORT \$ USA | RATE \$ USA | INFLATION INDEX | LABOR   |
| 2  | 1999 | 1523   | 4823.2   | 115088        | 20.65       | 96.92           | 72780   |
| 3  | 2000 | 2223   | 7305.6   | 141351        | 27          | 28.93           | 72770.0 |
| 4  | 2001 | 3240   | 8943.6   | 147870        | 28.16       | 20.71           | 71546.6 |
| 5  | 2002 | 4360   | 10830.5  | 160486        | 30.13       | 18.96           | 72357.1 |
| 6  | 2003 | 5499   | 13208.2  | 202274        | 31.78       | 14.29           | 72273.0 |
| 7  | 2004 | 6740   | 17027.2  | 272105        | 29.45       | 11.28           | 72984.7 |
| 8  | 2005 | 8555   | 21609.8  | 363863        | 27.74       | 12.7            | 73581.0 |
| 9  | 2006 | 10634  | 26917.2  | 460668        | 28.78       | 10.71           | 74418.9 |
| 10 | 2007 | 13593  | 33247.5  | 569614        | 26.33       | 8.2             | 75288.9 |
| 11 | 2008 | 17290  | 41276.8  | 754971        | 24.54       | 12.56           | 75700.1 |
| 12 | 2009 | 18638  | 38807.2  | 481079        | 29.39       | 13.35           | 75694.2 |
| 13 | 2010 | 20952  | 46308.5  | 638354        | 30.18       | 8.02            | 75477.9 |
| 14 | 2011 | 23369  | 60282.5  | 833964        | 30.35       | 9.56            | 75779.0 |
| 15 | 2012 | 26909  | 68163.9  | 863205        | 32.19       | 4.16            | 75676.1 |
| 16 | 2013 | 29940  | 73133.9  | 863104        | 30.37       | 7.07            | 75528.9 |
| 17 | 2014 | 32600  | 79199.7  | 804681        | 32.65       | 6.05            | 75428.4 |
| 18 | 2015 | 33925  | 83094.3  | 534440        | 56.23       | 14.97           | 76587.5 |
| 19 | 2016 | 36703  | 86014.2  | 473203        | 72.92       | 9.77            | 76636.1 |
| 20 | 2017 | 39085  | 92101.3  | 591672        | 60.65       | 5.02            | 76108.5 |
| 21 | 2018 | 43400  | 103875.8 | 691690        | 57.6        | 2.21            | 76011.4 |
| 22 |      |        |          |               |             |                 |         |
| 23 |      |        |          |               |             |                 |         |

**Рисунок 2 – Исходные данные**

В качестве исходных данных было выбраны:

1. Средняя заработная плата в Российской Федерации (Salary. В руб.)
2. ВВП (GDP, Gross Domestic Product. В млрд. руб)
3. Экспорт в долларах США (Export USA. В дол. США)
4. Курс доллара (Rate USA. В руб.)
5. Индекс инфляции (Inflation Index)
6. Численность рабочей силы в Российской Федерации (Labor)

В качестве объясняемой переменной будет –Средняя заработная плата в Российской Федерации (Salary. В руб.).

В качестве объясняющих переменных: ВВП, экспорт в долларах США, курс доллара, индекс инфляции, численность рабочей силы в Российской Федерации.

Для построения регрессионной модели зависимости среднегодовой заработной платы граждан РФ импортируем файл Excel в Gretl.

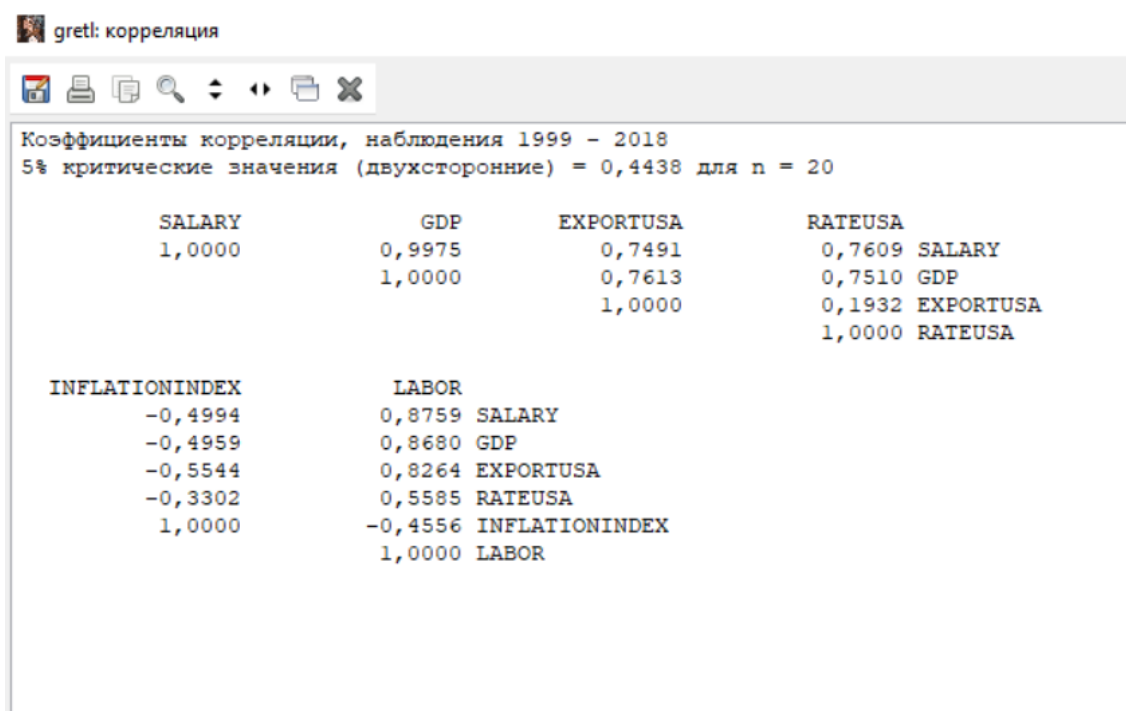
Прежде чем строить модель множественной регрессии, построим корреляционную матрицу.

## **ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МАТРИЦЫ**

Матрица коэффициентов корреляции, полученных экспериментальным путем, называется матрицей корреляции, или корреляционной матрицей.

Элементы этой матрицы являются коэффициентами корреляции между всеми переменными данной совокупности.

Входим по вкладку Вид, жмем кнопку Корреляционная матрица. Получаем:



**Рисунок 3 – Корреляционная матрица**

В полученной корреляционной матрице можно увидеть, что наибольшая корреляционная зависимость заработной платы с ВВП и равна 0,9975, также хорошая корреляционная зависимость с численностью рабочей силы РФ (0,8759).

Меньшая зависимость с индексом инфляции (-0,4994), знак отрицания означает, что данная переменная имеет обратную связь, то есть с ростом индекса инфляции среднегодовая заработанная плата граждан РФ уменьшается.

## МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Метод наименьших квадратов - это математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомых переменных.

Метод наименьших квадратов является одним из базовых методов регрессионного анализа для оценки неизвестных параметров регрессионных моделей по выборочным данным.

Входим по вкладку Модель, жмем кнопку Метод наименьших квадратов. Получаем:

 **gretl: модели**

Файл Правка Тесты Сохранить Графики Анализ LaTeX

Модель 1

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1999-2018 (T = 20)  
Зависимая переменная: SALARY

|                      | Коэффициент | Ст. ошибка             | t-статистика | P-значение |     |
|----------------------|-------------|------------------------|--------------|------------|-----|
| const                | -63318,7    | 24390,4                | -2,596       | 0,0211     | **  |
| GDP                  | 0,446089    | 0,0354704              | 12,58        | 5,11e-09   | *** |
| EXPORTUSA            | -0,00802699 | 0,00412506             | -1,946       | 0,0720     | *   |
| RATEUSA              | -75,8398    | 62,6869                | -1,210       | 0,2464     |     |
| INFLATIONINDEX       | -23,1010    | 15,1364                | -1,526       | 0,1492     |     |
| LABOR                | 0,923035    | 0,355084               | 2,599        | 0,0210     | **  |
| Среднее зав. перемен | 18958,90    | Ст. откл. зав. перемен | 13608,36     |            |     |
| Сумма кв. остатков   | 11065622    | Ст. ошибка модели      | 889,0453     |            |     |
| R-квадрат            | 0,996855    | Испр. R-квадрат        | 0,995732     |            |     |
| F(5, 14)             | 887,5230    | P-значение (F)         | 5,40e-17     |            |     |
| Лог. правдоподобие   | -160,6150   | Крит. Акаике           | 333,2300     |            |     |
| Крит. Шварца         | 339,2044    | Крит. Хеннана-Куинна   | 334,3962     |            |     |
| Параметр rho         | 0,054323    | Стат. Дарбина-Вотсона  | 1,883184     |            |     |

Исключая константу, наибольшее p-значение получено для переменной 4 (RATEUSA)

Рисунок 4 – Модель МНК

На полученной модели МНК видно, что выбранные факторы являются значимыми, так как значение вероятности принятия нулевой гипотезы (p-значение) меньше 5 процентов.

"Звездочками" показана степень значимости. Строим модель МНК со значимыми факторами. Получаем:

gretl: модели

Файл Правка Тесты Сохранить Графики Анализ LaTeX

Модель 1 X Модель 2 X

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 1999–2018 (T = 20)  
Зависимая переменная: SALARY

|                      | Коэффициент | Ст. ошибка             | t-статистика | P-значение |     |
|----------------------|-------------|------------------------|--------------|------------|-----|
| const                | -46793,2    | 21576,3                | -2,169       | 0,0455     | **  |
| GDP                  | 0,408673    | 0,0130508              | 31,31        | 8,73e-016  | *** |
| EXPORTUSA            | -0,00287134 | 0,00143426             | -2,002       | 0,0625     | *   |
| LABOR                | 0,649349    | 0,299210               | 2,170        | 0,0454     | **  |
| Среднее зав. перемен | 18958,90    | Ст. откл. зав. перемен | 13608,36     |            |     |
| Сумма кв. остатков   | 13040248    | Ст. ошибка модели      | 902,7821     |            |     |
| R-квадрат            | 0,996294    | Испр. R-квадрат        | 0,995599     |            |     |
| F(3, 16)             | 1433,725    | P-значение (F)         | 1,19e-19     |            |     |
| Лог. правдоподобие   | -162,2570   | Крит. Акаике           | 332,5139     |            |     |
| Крит. Шварца         | 336,4968    | Крит. Хеннана-Куинна   | 333,2914     |            |     |
| Параметр rho         | 0,198056    | Стат. Дарбина-Вотсона  | 1,571382     |            |     |

Рисунок 5 – Модель МНК со значимыми переменными

В данной модели все переменные являются статистически значимыми (p-значение < 5 процентов).

Коэффициент детерминации (R-квадрат) равен 99,63 процентам.

Значимое уравнение имеет следующий вид:

gretl: Уравнение

^SALARY = -4,68e+04 + 0,409\*GDP - 0,00287\*EXPORTUSA + 0,649\*LABOR  
(2,16e+04) (0,0131) (0,00143) (0,299)

T = 20, R-квадрат = 0,996  
(в скобках указаны стандартные ошибки)

Рисунок 6 – Значимое уравнение

## ТЕСТ НА ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧНОСТЬ

Гетероскедастичность – условие «неодинакового разброса» дисперсия не обязательно одинакова для всех наблюдений  $i$ . Проверим наличие гетероскедастичности с помощью теста Вайта.

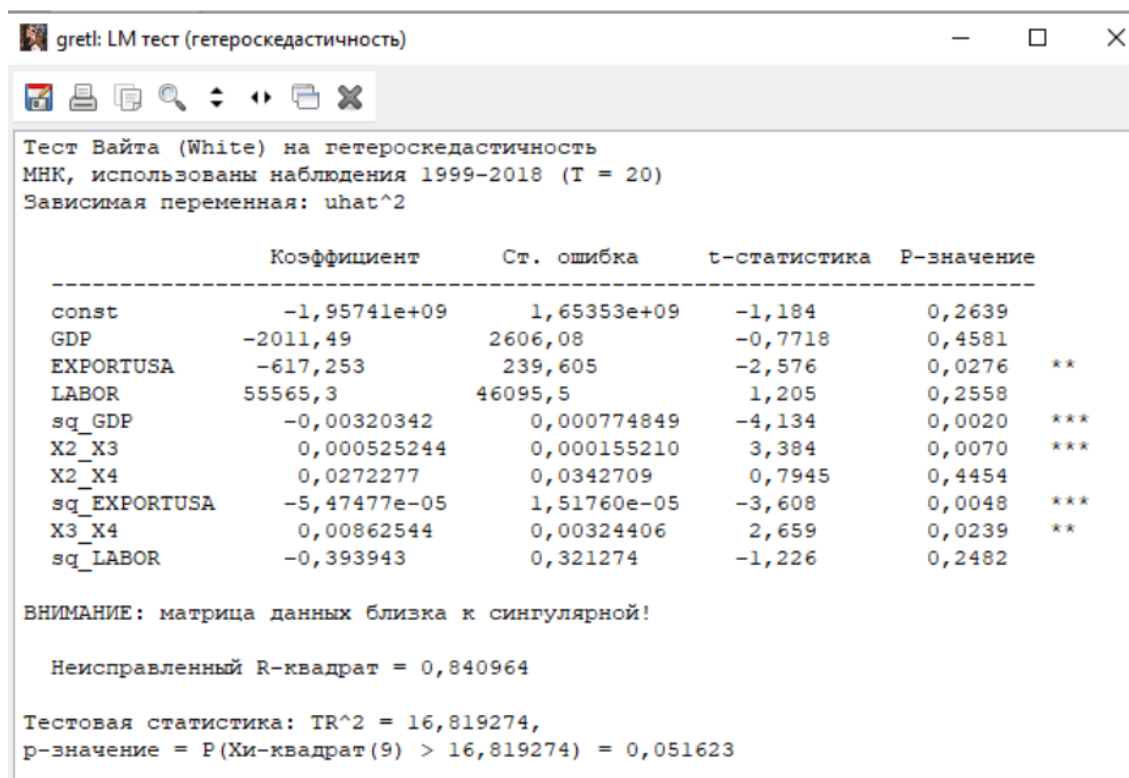


Рисунок 7 – Тест Вайта

Тест показывает, что матрица сингулярна, то есть существует линейная зависимость между столбцами факторов.

## ТЕСТ НА НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Пакет программ Gretl позволяет выполнить ряд тестов для проверки качества эконометрической модели.

В окне оцениваемой модели необходимо перейти в меню Тесты и выбрать Нормальность остатков.

Все параметры будут подбираться автоматически, результаты проверки выводятся в графическом виде и в текстовом виде.

В результате получаем:

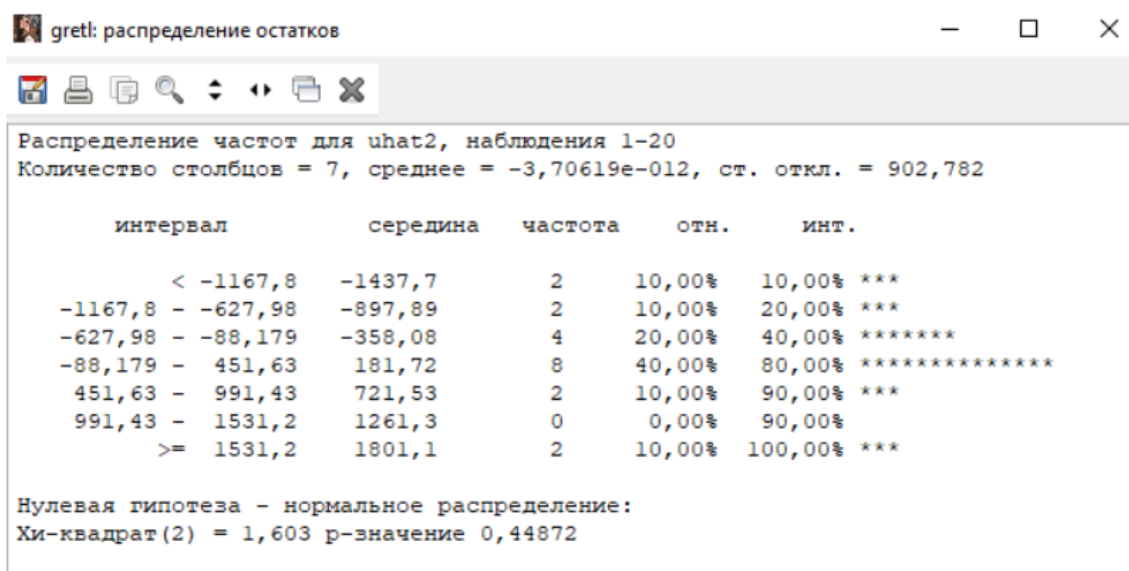


Рисунок 8 – Текстовой вид распределения остатков

Из полученных результатов видно, что значение  $\chi^2 = 1.6$ , а вероятность принятия нулевой гипотезы (p-значение) = 44,87 процента. Это означает, что можно принять нулевую гипотезу.

## ВЫВОДЫ

Данные были проверены на наличие автокорреляции. Была проанализирована зависимость каждого фактора с среднегодовой заработной платой граждан РФ, а так же и зависимость факторов между собой.

На данном этапе были видны зависимые, которые в большей степени влияют на среднегодовую заработную плату граждан РФ.

Далее была построена модель МНК, в котором были выбранные значимые переменные для записи конечного уравнения.

Модель проверена на наличие гетероскедастичности с помощью теста Вайта, который показал, существование сингулярности в матрице, то есть, наличие линейной зависимости.

И в завершение эконометрического анализа, модель была проверена на нормальность распределения, которые показал возможность принятия нулевой гипотезы.