

**Всероссийский школьный конкурс по статистике «Тренд»**

Номинация 2. «Учимся анализировать статистические данные»

**Тема исследования: «Современная семья.**

**Тенденция - снижение рождаемости.»**

**Авторы исследования:**

Орловский Иван Сергеевич, 8 класс

Саломатин Савва Игоревич, 8 класс

**Руководитель:**

Микова Ольга Валерьевна,

Учитель математики,

**Организация:**

Муниципальное бюджетное

Общеобразовательное учреждение

г. Мурманска «Гимназия №2»

Мурманская область, г. Мурманск

2024 г.

# КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА РОЖДАЕМОСТЬ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Орловский Иван Сергеевич

Россия, Мурманская область, г. Мурманск, МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 2», 8 класс

## Аннотация

Работа посвящена анализу связи рождаемости с различными социально-экономическими факторами. Проведен корреляционно-регрессионный анализ связи рождаемости с брачностью, разводимостью и другими регрессорами.

Цель работы: провести корреляционно-регрессионный анализ для определения факторов, наиболее сильно влияющих на изменение рождаемости в Мурманской области.

Объект исследования: демографическая ситуация в Мурманской области.

Предмет исследования: совокупность методов и инструментов статистического анализа влияния различных факторов на рождаемость.

Гипотеза исследования: из возможных социально-экономических факторов, влияющих на уровень рождаемости, значимым в Мурманской области является коэффициент брачности.

В работе применялись следующие методы исследования:

- изучение и анализ учебной и научной литературы по теме исследования;
- сбор и предварительная обработка статистических данных;
- построение графиков;
- систематизация;
- моделирование;
- сравнение;
- корреляционно-регрессионный анализ.

Практическая значимость заключается в том, что результаты, полученные в ходе исследовательской работы, могут быть использованы на уроках математики, географии, истории, для прогностического анализа.

**Ключевые слова:** корреляция, регрессия, корреляционно-регрессионный анализ, рождаемость, брачность, демографические факторы.

## Введение

Семья – основанная на браке или кровном родстве малая группа, члены которой связаны общностью быта, взаимной помощью, моральной и правовой ответственностью. Это живая «система», которая выполняет свои функции и одна из таких функций- репродуктивная – рождение детей, продолжение человеческого рода.

Современная семья претерпевает значительные изменения. Одной из основных тенденций развития современной семьи является то, что семья стремительно идет от многодетности к малодетности. Рождаемость резко падает.

Во многих странах последнее время остро стоит проблема демографии. Не является исключением и Россия. Данная проблема является ключевой, так как речь идет о выживании нации. Россия входит в десятку стран с самым низким уровнем рождаемости в мире. Семья и благополучие детей - важнейшие приоритеты современной государственной национальной политики Российской Федерации. В целях ее популяризации 2024 год объявлен в России Годом семьи. А 2018–2027 гг. годы объявлены в России Десятилетием Детства. [1] Россия – единственная страна в мире, чей президент открыто провозгласил приоритет традиционных, семейных ценностей: «Семья — это не просто основа государства и общества, это духовное явление, основа нравственности». Для России семья – фундамент государства.

Актуальность темы заключается в том, что демография – важнейшая составляющая социального, экономического и политического положения стран и народов. Выявление факторов, влияющих на рождаемость, позволяет спрогнозировать дальнейшую динамику и принять меры для улучшения ситуации. Мурманская область – регион, входящий в состав Арктической зоны России, и является стратегически важным регионом (в сферах обороны, логистики и энергетики). И, конечно, ежегодное снижение численности населения, падения рождаемости вызывает демографический спад, который отражается на социальном и экономическом развитии области в целом.

Гипотеза исследования заключается в том, что из возможных социально-экономических факторов, влияющих на уровень рождаемости, значимым в Мурманской области является коэффициент брачности.

Цель работы: провести корреляционно-регрессионный анализ для определения факторов, наиболее сильно влияющих на изменение рождаемости в Мурманской области.

Объектом исследования является демографическая ситуация в Мурманской области.

Предметом исследования выбрана совокупность методов и инструментов статистического анализа влияния различных факторов на рождаемость.

Методы исследования: изучение и анализ учебной и научной литературы по теме исследования; сбор и предварительная обработка статистических данных; построение графиков; систематизация; моделирование; сравнение; корреляционно-регрессионный анализ.

Для обработки и анализа данных в процессе проведения исследований использовалось программное обеспечение: «Microsoft Excel», «Orange».

Для достижения поставленной цели и в соответствии с гипотезой были выделены и решены следующие задачи исследования:

1. изучить и проанализировать учебную и научную литературу по теме исследования;
2. провести корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи рождаемости с различными факторами на примере Мурманской области с использованием программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. провести корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи рождаемости с различными факторами на примере Мурманской области с использованием инструментария Orange для визуализации данных, машинного обучения и интеллектуального анализа данных с открытым исходным кодом;
4. проанализировать результаты исследования и сформулировать выводы.

Практическая значимость заключается в том, что результаты, полученные в ходе исследовательской работы, могут быть использованы на уроках математики, географии, истории, для прогностического анализа.

## **Основное содержание**

### **1. Корреляция**

Корреляция – связь между различными объектами в статистике, случайными величинами. В отличие от функциональной зависимости, рассматривается тогда, когда на одну величину влияет не только другая величина, но и какие-то другие случайные факторы. [2]. Корреляцию используют для оценки зависимости переменных друг от друга. Если при увеличении независимой переменной зависимая тоже увеличивается, то корреляция положительная, если зависимая переменная при этих условиях уменьшается, то корреляция – отрицательная. Корреляционный анализ позволяет сделать вывод о силе взаимосвязи между парами данных  $x$  и  $y$ .

Коэффициент корреляции Пирсона рассматривается, если надо определить связь между двумя показателями, измеренными в количественной шкале. Условия и ограничения применения коэффициент корреляции Пирсона: сопоставляемых величин должно быть две, они должны быть измерены в количественной шкале, можно определить только наличие и силу линейной взаимосвязи (направление, характер изменений, наличие зависимости определяют при помощи регрессионного анализа).

Формула для расчета коэффициента корреляции Пирсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum(d_x \times d_y)}{\sqrt{(\sum d_x^2 \times \sum d_y^2)}}$$

где  $d_x = M_x - \bar{X}$ ,  $d_y = M_y - \bar{Y}$ .

$M_x$ ,  $M_y$  – значения переменных,  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  – среднее арифметическое величин.

Для качественной оценки линейного коэффициента корреляции Пирсона используется шкала Чеддока (см. Приложение 1).

Оценка статистической значимости коэффициента корреляции рассчитывается по формуле ( $t$  – критерий Стьюдента):

$$t_r = \frac{|r_{xy}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

Если  $t_r$  превышает  $t_{\text{крит}}$  для степеней свободы  $n-2$ , то делается вывод о статистической значимости корреляционной связи. [3]

## 2. Регрессия

Регрессия – это статистическая зависимость математического ожидания случайной величины от значения других случайных величин (регрессоров). Регрессионный анализ позволяет понять, как изменения исходной переменной  $X$  (переменных) влияет на изменение переменной  $Y$ . В отличие от функциональной зависимости регрессионная зависимость многозначна, то есть каждому значению исходной переменной может соответствовать несколько значений параметра  $Y$ . Регрессия может быть парная (простая) или множественная. Если рассматривать линейную модель парной регрессии, то регрессия – функция, позволяющая по величине одного коррелируемого признака определить среднюю величину другого признака. Регрессионный анализ используется для прогнозирования одной переменной на основании других. Одна из задач регрессионного анализа выявление закономерности, выраженной в виде корреляционного уравнения (регрессии).

В результате применения анализа мы получаем уравнение регрессии вида:

$$Y = A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + \dots + B.$$

Результаты парной линейной регрессии можно представить в виде диаграммы рассеяния, которая строится в обычной двумерной системе координат со шкалами абсцисс ( $X$ ) и ординат ( $Y$ ). Диаграмма состоит из прямой  $Y = AX + B$  и множества точек, координаты каждой из которых соответствуют значениям показателей  $X$  и  $Y$ .

Один из способов оценивания параметров линейной модели (построение линейной регрессии) основан на методе наименьших квадратов. Этот метод позволяет получить такие

оценки параметров, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений  $Y$  от расчетных (теоретических) минимальна. [4] Этот метод позволяет построить аппроксимационную модель. Задача аппроксимации при обработке статистических данных заключается в подборе математической модели (эмпирической формулы), подходящей функциональной зависимости.

### **3. Корреляционно-регрессионный анализ**

Корреляционно-регрессионный анализ – это построение и анализ экономико-математической модели в форме уравнений регрессии, характеризующих зависимость признака от его определяющих факторов. Этот метод позволяет оценить степень влияния на исследуемый результативный показатель каждого из введенных в модель факторов. Он направлен не просто на изучение изменений, но и на сведение причины и следствия.

Одним из инструментов для выполнения статистических исследований являются современные прикладные программы. С помощью этих программ можно быстро провести статистические расчеты с высокой надежностью и достоверность результатов. Полученные данные представляются в аналитической форме, в виде таблиц и графиков. Большой известностью среди таких программных продуктов пользуется приложение Microsoft Excel, которое включает в себя программную надстройку «Пакет анализа» и большую библиотеку статистических функций.

### **4. Анализ статистических данных с использованием программы Microsoft Excel**

Статистический материал для исследования, отражающий демографические процессы, был взят из официальных источников: сайт Федеральной службы государственной статистики [5], сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области [6], сайт Министерства труда и социального развития Мурманской области [7], демографическое положение России и Мурманской области [8], справочные таблицы и схемы [9], Мурманская область в цифрах [10]. В результате для работы с использованием Microsoft Excel составлена таблица, в которую были внесены интересующие нас данные (см. Приложение 2).

Рассматривая уровень рождаемости в Мурманской области, можно заметить, что несмотря на некоторые увеличение численности родившихся в последние годы, тренд уровня рождаемости направлен на снижение. Такая же динамика прослеживается и по России в целом (рисунок 1).

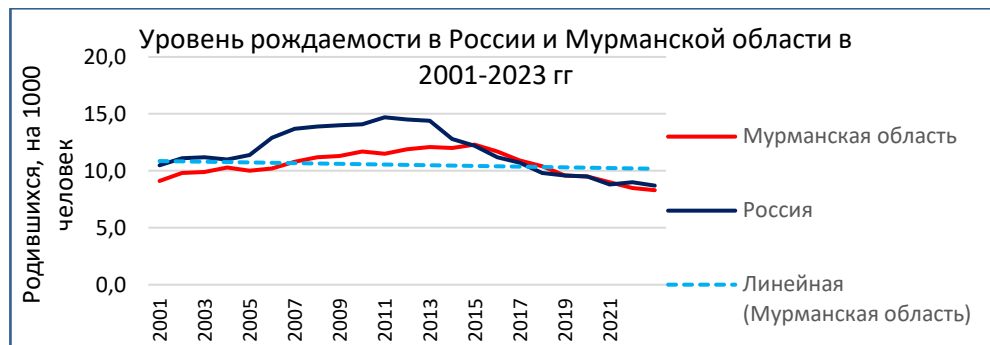


Рисунок 1

На такую ситуацию оказывают влияние множество социально-экономических факторов, один из таких факторов – коэффициент брачности, показывающий частоту заключения браков на 1000 человек населения. Проследим связь рождаемости с образованием новых семей в Мурманской области с 2001 по 2023 годы. Для вычисления корреляции воспользуемся статистической функцией PEARSON или KOPPEЛ для нахождения коэффициента корреляции Пирсона (рисунок 2).

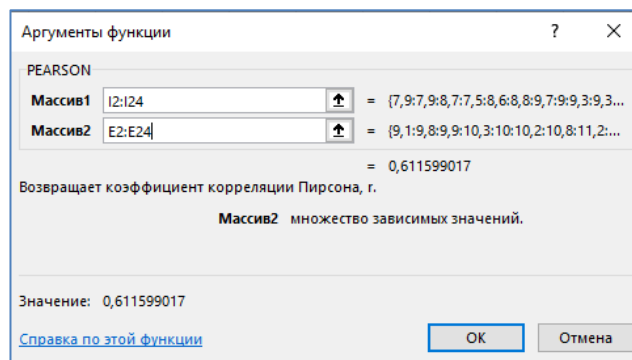


Рисунок 2

Получили коэффициент корреляции  $r = 0,611599017$ , что говорит о том, корреляционная связь заметная. То есть рождаемость зависит от количества браков, заключенных в этот период. При этом при увеличении количество браков будет увеличиваться рождаемость, так как коэффициент совокупности данных  $r = 0,611599017 > 0$ . Оценим статистическую значимость проведенных расчетов. Выдвигаем нулевую гипотезу  $H_0$ : коэффициент корреляции статистически незначим (случайно отличается от нуля) и альтернативную гипотезу  $H_1$ : коэффициент корреляции статистически значим (не случайно отличается от нуля).

Найдем  $t_r$ .

$$t_r = \frac{|r_{xy}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} = \frac{0,612 \sqrt{23-2}}{\sqrt{1-0,612^2}} \approx 3,54588$$

Сравним  $t_r$  с  $t_{\text{крит}}$  (см. Приложение 3).  $3,54588 > 2,83137$ , то есть  $t_r \geq t_{\text{крит}}$ , тогда отвергаем нулевую гипотезу. То есть с вероятностью 99% при увеличении брачности будет увеличиваться рождаемость.

Другой вариант оценки статистической значимости проведенных расчетов: сравнить  $r$  с  $r_{\text{крит}}$  (см. Приложение 4). Так как  $r = 0,611599017 > 0,537$ , то с вероятностью 99% можно сказать, что между брачностью и рождаемостью есть заметная корреляционная связь. [11]

Построим корреляционное поле и зададим линию тренда. На рисунке 3 видно уравнение линейной парной регрессии и хорошо видны данные регрессионного анализа. Аппроксимирующая функция – это линейная функция  $y = 0,7574x + 4,1692$ .

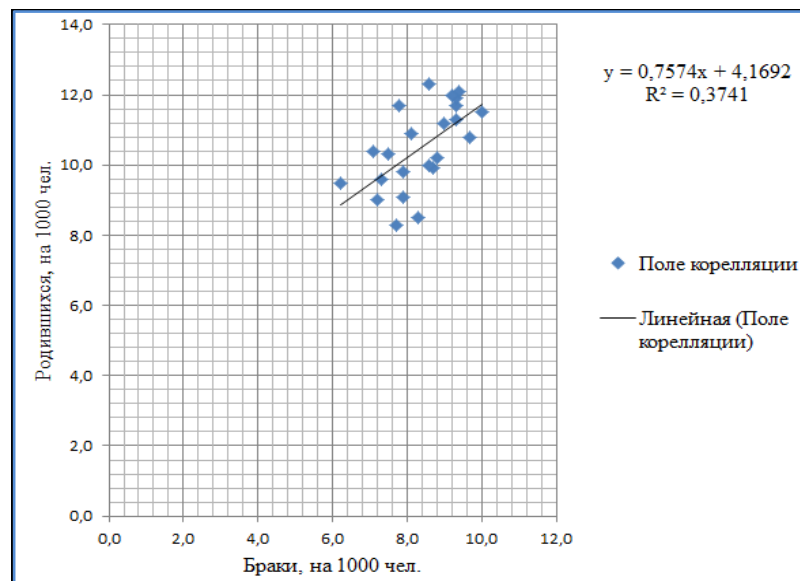


Рисунок 3

Вычислим коэффициент (индекс) детерминации причинности, который ещё называют величиной достоверности аппроксимации. Это позволит определить степень соответствия трендовой модели исходным данным и в какой мере изменчивость рождаемости объясняется влиянием такого фактора, как изменение числа заключаемых браков.

$$R^2 = r^2 \approx 0,374.$$

Получается, что изменение рождаемости зависит от изменения брачности только на 37,4%, а так как  $1 - R^2 \approx 0,626$ , то на 62,6% увеличение или уменьшение рождаемости зависит от других факторов.

На рисунке 4 представлена полиномиальная регрессия с аппроксимирующей функцией  $y = 0,1614x^2 - 1,8993x + 14,956$ . Коэффициент детерминации причинности  $R^2 = 0,3935$ , и чем ближе он к единице, тем точнее модель описывает имеющиеся данные. Это означает, что наиболее точно модель составлена полиномиальной линией тренда.

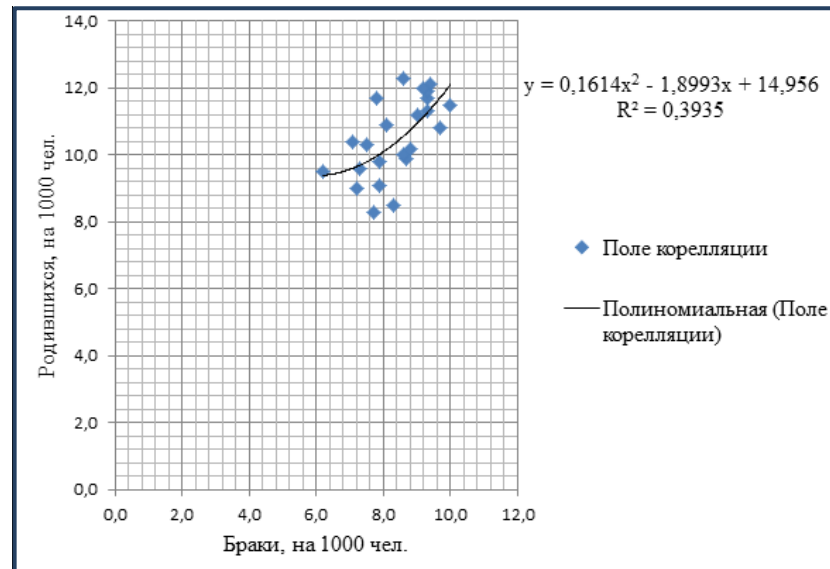


Рисунок 4

Рассмотрим другие социально-экономические факторы и определим степень их влияния на уровень рождаемости в Мурманской области (таблица 1):

Таблица 1. Оценка корреляционной связи

| Социально-экономические факторы        | Коэффициент корреляции<br>Пирсона, r | Сила корреляционной<br>связи по шкале Чеддока |
|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Прожиточный минимум                    | -0,295411961                         | слабая                                        |
| Коэффициент разводимости, на 1000 чел. | 0,124421291                          | слабая                                        |
| Покупательская способность             | 0,280397454                          | слабая                                        |
| Миграционный прирост/убыль             | -0,421125999                         | умеренная                                     |

Как видим, высокая или низкая покупательская способность, как и разводы, не оказывают особого влияния на повышение или понижение рождаемости. Сила корреляционной связи миграционного прироста (убыли) умеренная и отрицательная (обратная), то есть увеличение этого фактора приводит к уменьшению рождаемости. Влияние прожиточного минимума на уровень рождаемости слабое, но при этом тоже отрицательное.

Поскольку выбранные факторы имеют разную направленность, то целесообразным будет рассмотрение их совокупного влияния на уровень рождаемости в Мурманской области. Многофакторный анализ требует множества массивных расчетов, поэтому такой анализ проводился с помощью программы Microsoft Excel, используя аналитический инструмент «Анализ данных», инструмент анализа «Регрессия» (рисунок 5).

В качестве возможных факторов, в той или иной мере влияющих на рождаемость, были выделены следующие: прожиточный минимум ( $X_1$ ), коэффициент брачности ( $X_2$ ), коэффициент разводимости ( $X_3$ ), покупательская способность ( $X_4$ ), миграционный прирост/убыль ( $X_5$ ).

|    |                             |              |                    |              |             |              |              |              |               |
|----|-----------------------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 11 |                             |              |                    |              |             |              |              |              |               |
|    | A                           | B            | C                  | D            | E           | F            | G            | H            | I             |
| 1  | Вывод ИТОГОВ                |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 2  |                             |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 3  | Регрессионная статистика    |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 4  | Множественный R             | 0,809768928  |                    |              |             |              |              |              |               |
| 5  | R-квадрат                   | 0,655725716  |                    |              |             |              |              |              |               |
| 6  | Нормированный R-квадрат     | 0,554468574  |                    |              |             |              |              |              |               |
| 7  | Стандартная ошибка          | 0,796911028  |                    |              |             |              |              |              |               |
| 8  | Наблюдения                  | 23           |                    |              |             |              |              |              |               |
| 9  |                             |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 10 | Дисперсионный анализ        |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 11 |                             | df           | SS                 | MS           | F           | Значимость F |              |              |               |
| 12 | Регрессия                   | 5            | 20,56298826        | 4,112597652  | 6,475846553 | 0,001526464  |              |              |               |
| 13 | Остаток                     | 17           | 10,79614217        | 0,635067187  |             |              |              |              |               |
| 14 | Итого                       | 22           | 31,35913043        |              |             |              |              |              |               |
| 15 |                             |              |                    |              |             |              |              |              |               |
| 16 |                             | Коэффициенты | Стандартная ошибка | t-статистика | P-Значение  | Нижние 95%   | Верхние 95%  | Нижние 95,0% | Верхние 95,0% |
| 17 | Y-пересечение               | 10,81778258  | 3,5766055          | 3,02459485   | 0,007642953 | 3,271804577  | 18,36376058  | 3,271804577  | 18,36376058   |
| 18 | ВПМ (величина прожиточного  | -0,000202361 | 9,16283E-05        | -2,208495536 | 0,041229358 | -0,000395679 | -9,04187E-06 | -0,000395679 | -9,04187E-06  |
| 19 | браки на 1000 (м)           | 0,553462213  | 0,320203881        | 1,728468164  | 0,102022158 | -0,122108922 | 1,229033349  | -0,122108922 | 1,229033349   |
| 20 | разводы на 1000 (м)         | -1,222529495 | 0,474523914        | -2,576328526 | 0,01961623  | -2,223687441 | -0,22137155  | -2,223687441 | -0,22137155   |
| 21 | Прокупательская способность | 0,016996183  | 0,011855945        | 1,433557819  | 0,169835167 | -0,008017675 | 0,042010042  | -0,008017675 | 0,042010042   |
| 22 | Миграционный прирост, убыль | -5,37333E-05 | 0,000137039        | -0,392102659 | 0,699854462 | -0,00034286  | 0,000235394  | -0,00034286  | 0,000235394   |

Рисунок 5

Уравнение множественной регрессии в линейной форме в нашей модели имеет вид:

$$Y = 10,8178 - 0,0002X_1 + 0,5535X_2 - 1,223X_3 + 0,017X_4 - 0,00005X_5.$$

коэффициент 10,81778258 показывает, чему будет равен Y, если все остальные переменные будут равны нулю; при увеличении прожиточного минимума на 1 рождаемость уменьшится в среднем на 0,0002; при увеличении брачности на 1 рождаемость увеличится в среднем на 0,5535; при увеличении разводимости на 1 рождаемость уменьшится в среднем на 1,223; при увеличении покупательской способности на 1 рождаемость увеличится в среднем на 0,017; при увеличении миграционного прироста на 1 рождаемость уменьшится в среднем на 0,00005 (рисунок 5).

|                                          | Стандарт | Нижние 95,0% | Верхние 95,0% |
|------------------------------------------|----------|--------------|---------------|
| Y-пересечение                            |          | 3,271804577  | 18,36376058   |
| ВПМ (величина прожиточного минимума)     |          | -0,000395679 | -9,04187E-06  |
| браки на 1000 (м)                        |          | -0,122108922 | 1,229033349   |
| разводы на 1000 (м)                      |          | -2,223687441 | -0,22137155   |
| Прокупательская способность (Соотношение |          | -0,008017675 | 0,042010042   |
| Миграционный прирост, убыль              |          | -0,00034286  | 0,000235394   |

Рисунок 6

С увеличением количества заключенных браков на 1 рождаемость уменьшится минимум на 0,122 или увеличится максимум на 1,23. При увеличении разводов на 1 рождаемость уменьшится от 0,22 до 2,22 (рисунок 6).

Значимость этой модели 0,001526464, что меньше обычного уровня значимости 0,05. Это указывает на то, что регрессионная модель в целом статистически значима.

Множественный R измеряет силу линейной зависимости между переменными-предикторами и переменной отклика. Коэффициент равен 0,809768928, что говорит о довольно сильной линейной зависимости.

R – квадрат построенной регрессионной модели равен 0,655725716, это означает, что 65% дисперсии (разброса) рождаемости можно объяснить количеством прожиточного

минимума, количеством браков, количеством разводов, миграцией населения и изменением покупательской способности.

Нормированный R-квадрат — это модифицированная версия R-квадрата, которая скорректирована с учетом количества предикторов в модели. В нашей модели он равен 0,554468574.

Стандартная ошибка регрессии показывает, среднее расстояние, на которое реальные значения отклоняются от линии регрессии. В нашей модели среднее отклонение равно 0,796911028 единиц.

Наблюдения равны 23, так как мы рассматривали тенденции в последние 23 года.

### 5. Анализ статистических данных с использованием программы Orange.

Orange – это программа с открытым исходным кодом для визуализации и анализа данных и машинного обучения. Интеллектуальный анализ данных происходит с помощью визуального программирования или сценариев Python. [12]. Открытый исходный код позволяет получить код и модифицировать инструмент, если в этом есть необходимость. Визуальное программирование позволяет использовать этот инструмент не только профессиональным программистам, но и начинающим пользователям.

Построим корреляционное поле и зададим линию тренда с помощью программы Orange (рисунки 7, 8).

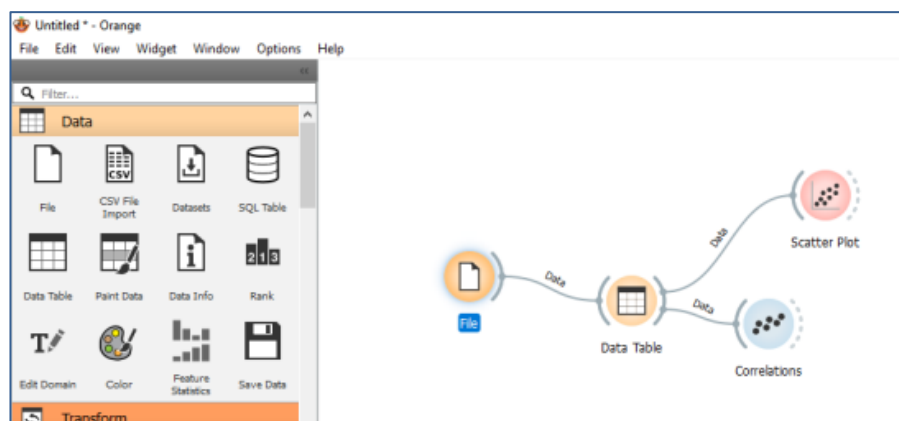


Рисунок 7

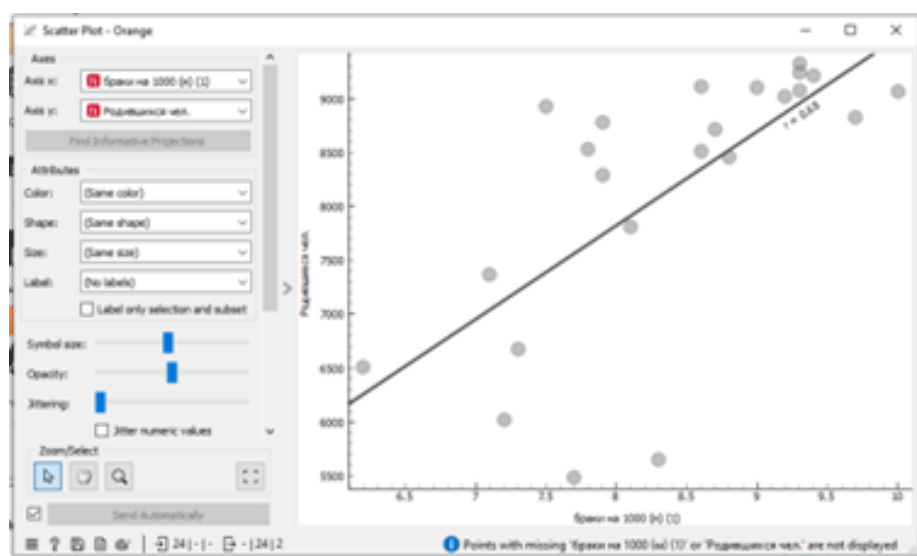


Рисунок 8

Рассмотрим корреляционные связи между выбранными величинами (рисунок 9).



Рисунок 9

Сильная корреляционная связь рождаемости с количеством заключенных браков.

Построим с помощью программы Orange уравнение множественной регрессии в линейной форме зависимости рождаемости от коэффициента брачности, коэффициента разводимости, миграционного прироста/убыли, покупательской способности и величины прожиточного минимума (рисунки 10, 11).

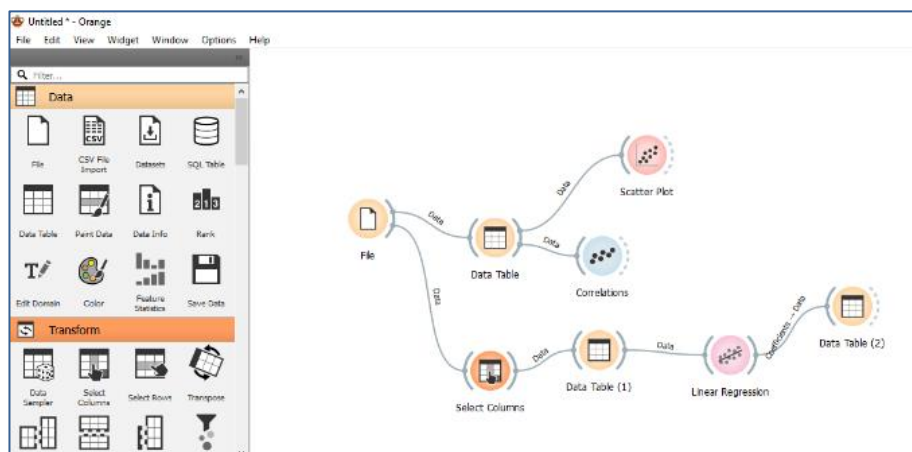


Рисунок 10

| Data Table (4) - Orange                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|
| <div>Info</div> <div>6 instances (no missing data)<br/>1 feature<br/>No target variable.<br/>1 meta attribute</div> <div>Variables</div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Show variable labels (if present)<br/> <input type="checkbox"/> Visualize numeric values<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Color by instance classes         </div> <div>Selection</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Select full rows</div> |                     |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | name                | coef         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | intercept           | 10.8178      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ВПМ (величин...     | -0.000202361 |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | браки на 1000 (...) | 0.553462     |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | разводы на 100...   | -1.22253     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Прокупательс...     | 0.0169962    |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Миграционны...      | -5.37333e-05 |

Рисунок 11

Уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = 10,8178 - 0,0002X_1 + 0,5535X_2 - 1,223X_3 + 0,017X_4 - 0,00005X_5.$$

### Заключение

В ходе анализа влияния на коэффициент рождаемости в Мурманской области таких факторов как прожиточный минимум, коэффициент брачности, коэффициент разводимости, покупательская способность и миграционные прирост было выявлено, что представленная регрессионная модель является качественной, то есть её можно использовать для анализа и прогноза рождаемости в Мурманской области. Большинство регрессоров, учтённых в модели, обладают значимостью. Из представленных и проанализированных социально-экономических факторов, влияющих на уровень рождаемости в Мурманской области, значимым фактором является коэффициент брачности. Гипотеза исследования подтвердилась полностью.

Оценивая важность и значимость укрепления института брака и поддержания коэффициента брачности не только для демографии, но и для экономики, нашим государством разрабатываются и принимаются к реализации различные меры поддержки семей, как с одним, так и с несколькими детьми. Правительство нашего региона стремится поддерживать семьи с детьми на всех этапах их жизни, семьи с детьми получают порядка 25 различных мер социальной поддержки. Для Мурманской области демография — один из главных приоритетов.

### Список литературы

1. Десятилетие детства. <https://10let.edu.gov.ru/?ysclid=m027atjd4d353578538>
2. Большая Российская энциклопедия – электронная версия.  
<https://old.bigenc.ru/mathematics/text/2099858>
3. Жукова, А. А. Биометрия : пособие. В 3 ч. Ч. 3 Корреляция и регрессия / А. А. Жукова, М. Л. Минец. – Минск : БГУ, 2021 – 103 с.
4. Методы статистики. <https://medstatistic.ru/methods/methods11.html>
5. Федеральная служба государственной статистики / [Электронный ресурс]. URL: <http://rosstat.gov.ru>
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области / [Электронный ресурс]. URL: [http:// 51.rosstat.gov.ru](http://51.rosstat.gov.ru)
7. Министерство труда и социального развития Мурманской области / Год семьи в Мурманской области/ [Электронный ресурс]. URL: <http://minsoc.gov-murman.ru/activities/year-of-the-family>
8. Демографическое положение России и Мурманской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://3uch.ru/textbooks/med/nindeveyos/qui>
9. Справочные таблицы и схемы. InfoTables.ru. [Электронный ресурс]. URL: <http://infotables.ru>
10. Мурманская область в цифрах. [Электронный ресурс]. URL: <http://fedstats.ru/murmansk>
11. Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие / В.Р. БАРАЗ. – Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. – 102 с.
12. Машинное обучение и визуализация данных с использованием Orange  
<https://www.studytonight.com/post/machine-learning-and-data-visualization-using-orange>

**Оценка линейного коэффициента корреляции Пирсона (шкала Чеддока)**

| Абсолютное значение $r_{xy}$ | Сила корреляционной связи |
|------------------------------|---------------------------|
| менее 0,3                    | слабая                    |
| от 0,3 до 0,5                | умеренная                 |
| от 0,5 до 0,7                | заметная                  |
| от 0,7 до 0,9                | высокая                   |
| более 0,9                    | весьма высокая            |

## Статистические данные по Мурманской области за 2001-2023 гг.

| Год  | Родившихся, человек | Умерших, человек | Естественный прирост/убыль, человек | Родившихся (на 1000 человек) | Умерших (на 1000 человек) | Естественный прирост/убыль (на 1000 человек) | ВВП (величина прожиточного минимума) | браки на 1000 человек | разводы на 1000 человек | Прокупательская способность (%) | Прибыло, человек | Выбыло, человек | Миграционный прирост/убыль, человек |
|------|---------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 2001 | 8 289,0             | 11 198,0         | -2 909,0                            | 9,1                          | 12,2                      | -3,1                                         | 2 170,00                             | 7,9                   | 7,3                     | 212,9                           | 17 677           | 25 675          | -7 998                              |
| 2002 | 8 778,0             | 11 840,0         | -3 062,0                            | 9,8                          | 13,2                      | -3,4                                         | 2 755,25                             | 7,9                   | 7,8                     | 213,9                           | 16 523           | 24 695          | -8 172                              |
| 2003 | 8 719,0             | 12 312,0         | -3 593,0                            | 9,9                          | 14,0                      | -4,1                                         | 3 260,50                             | 8,7                   | 7,3                     | 218,8                           | 17 313           | 24 062          | -6 749                              |
| 2004 | 8 928,0             | 11 719,0         | -2 791,0                            | 10,3                         | 13,5                      | -3,2                                         | 3 687,00                             | 7,5                   | 6,5                     | 226,9                           | 16 550           | 21 488          | -4 938                              |
| 2005 | 8 516,0             | 11 672,0         | -3 156,0                            | 10,0                         | 13,8                      | -3,8                                         | 4 567,00                             | 8,6                   | 6,6                     | 227,1                           | 15 653           | 20 830          | -5 177                              |
| 2006 | 8 455,0             | 10 963,0         | -2 508,0                            | 10,2                         | 13,2                      | -3,0                                         | 5 256,00                             | 8,8                   | 6,9                     | 239,3                           | 16 763           | 22 031          | -5 268                              |
| 2007 | 8 821,0             | 10 011,0         | -1 190,0                            | 10,8                         | 12,2                      | -1,4                                         | 5 676,00                             | 9,7                   | 7,0                     | 268,2                           | 16 158           | 21 008          | -4 850                              |
| 2008 | 9 100,0             | 10 160,0         | -1 060,0                            | 11,2                         | 12,5                      | -1,3                                         | 6 743,00                             | 9,0                   | 7,2                     | 278,4                           | 15 250           | 22 667          | -7 417                              |
| 2009 | 9 074,0             | 10 050,0         | -976,0                              | 11,3                         | 12,5                      | -1,2                                         | 7 582,00                             | 9,3                   | 7,3                     | 281,6                           | 13 873           | 18 677          | -4 804                              |
| 2010 | 9 320,0             | 9 513,0          | -193,0                              | 11,7                         | 11,9                      | -0,2                                         | 8 215,00                             | 9,3                   | 6,3                     | 295,7                           | 15 863           | 22 576          | -6 713                              |
| 2011 | 9 068,0             | 9 125,0          | -57,0                               | 11,5                         | 11,6                      | -0,1                                         | 8 878,00                             | 10,0                  | 6,4                     | 285,0                           | 28 967           | 35 039          | -6 072                              |
| 2012 | 9 240,0             | 8 862,0          | 378,0                               | 11,9                         | 11,4                      | 0,5                                          | 9 044,00                             | 9,3                   | 6,2                     | 319,9                           | 33 381           | 41 306          | -7 925                              |
| 2013 | 9 210,0             | 8 536,0          | 674,0                               | 12,1                         | 11,2                      | 0,9                                          | 10 120,00                            | 9,4                   | 6,4                     | 325,2                           | 33 582           | 42 599          | -9 017                              |
| 2014 | 9 017,0             | 8 796,0          | 221,0                               | 12,0                         | 11,7                      | 0,3                                          | 11 273,00                            | 9,2                   | 6,4                     | 302,9                           | 37 933           | 42 931          | -4 998                              |
| 2015 | 9 111,0             | 8 835,0          | 276,0                               | 12,3                         | 12,0                      | 0,3                                          | 13 722,00                            | 8,6                   | 5,6                     | 267,8                           | 38 186           | 42 570          | -4 384                              |
| 2016 | 8 530,0             | 8 739,0          | -209,0                              | 11,7                         | 12,0                      | -0,3                                         | 13 660,00                            | 7,8                   | 5,7                     | 273,5                           | 38 819           | 43 162          | -4 343                              |
| 2017 | 7 810,0             | 8 371,0          | -561,0                              | 10,9                         | 11,6                      | -0,7                                         | 14 230,00                            | 8,1                   | 5,6                     | 276,0                           | 39 913           | 42 416          | -2 503                              |
| 2018 | 7 364,0             | 8 463,0          | -1 099,0                            | 10,4                         | 11,9                      | -1,5                                         | 14 573,00                            | 7,1                   | 5,5                     | 285,2                           | 39 193           | 42 595          | -3 402                              |
| 2019 | 6 673,0             | 8 462,0          | -1 789,0                            | 9,6                          | 12,1                      | -2,5                                         | 16 800,00                            | 7,3                   | 5,8                     | 281,1                           | 35 299           | 40 162          | -4 863                              |
| 2020 | 6 514,0             | 9 951,0          | -3 437,0                            | 9,5                          | 14,5                      | -5,0                                         | 17 718,00                            | 6,2                   | 4,9                     | 283,0                           | 29 255           | 33 714          | -4 459                              |
| 2021 | 6 022,0             | 11 569,0         | -5 547,0                            | 9,0                          | 17,2                      | -8,2                                         | 18 625,00                            | 7,2                   | 5,2                     | 298,0                           | 28 239           | 31 104          | -2 865                              |
| 2022 | 5 648,0             | 8 770,0          | -3 122,0                            | 8,5                          | 13,2                      | -4,7                                         | 20 227,00                            | 8,3                   | 5,7                     | 295,3                           | 28 019           | 31 439          | -3 420                              |
| 2023 | 5 487,0             | 8 391,0          | -2 904,0                            | 8,3                          | 12,8                      | -4,5                                         | 23 474,00                            | 7,7                   | 5,6                     | 312,3                           | 29 097           | 28 432          | 665                                 |

### Критические значения критерия Стьюдента

| $k$ | $\alpha(p)$ |             |             |          | $\alpha(p)$ |             |             |
|-----|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|
|     | 0,1 (0,9)   | 0,05 (0,95) | 0,01 (0,99) |          | 0,1 (0,9)   | 0,05 (0,95) | 0,01 (0,99) |
| 1   | 6,31375     | 12,70615    | 63,65590    | 18       | 1,73406     | 2,10092     | 2,87844     |
| 2   | 2,91999     | 4,30266     | 9,92499     | 19       | 1,72913     | 2,09302     | 2,86094     |
| 3   | 2,35336     | 3,18245     | 5,84085     | 20       | 1,72472     | 2,08596     | 2,84534     |
| 4   | 2,13185     | 2,77645     | 4,60408     | 21       | 1,72074     | 2,07961     | 2,83137     |
| 5   | 2,01505     | 2,57058     | 4,03212     | 22       | 1,71714     | 2,07388     | 2,81876     |
| 6   | 1,94318     | 2,44691     | 3,70743     | 23       | 1,71387     | 2,06865     | 2,80734     |
| 7   | 1,89458     | 2,36462     | 3,49948     | 24       | 1,71088     | 2,0639      | 2,79695     |
| 8   | 1,85955     | 2,30601     | 3,35538     | 25       | 1,70814     | 2,05954     | 2,78744     |
| 9   | 1,83311     | 2,26216     | 3,24984     | 26       | 1,70562     | 2,05553     | 2,77872     |
| 10  | 1,81246     | 2,22814     | 3,16926     | 27       | 1,70329     | 2,05183     | 2,77068     |
| 11  | 1,79588     | 2,20099     | 3,10582     | 28       | 1,70113     | 2,04841     | 2,76326     |
| 12  | 1,78229     | 2,17881     | 3,05454     | 29       | 1,69913     | 2,04523     | 2,75639     |
| 13  | 1,77093     | 2,16037     | 3,01228     | 30       | 1,69726     | 2,04227     | 2,74998     |
| 14  | 1,76131     | 2,14479     | 2,97685     | 40       | 1,68385     | 2,02107     | 2,70446     |
| 15  | 1,75305     | 2,13145     | 2,94673     | 60       | 1,67065     | 2,00030     | 2,66027     |
| 16  | 1,74588     | 2,11990     | 2,92079     | 120      | 1,65765     | 1,97993     | 2,61742     |
| 17  | 1,73961     | 2,10982     | 2,89823     | $\infty$ | 1,64484     | 1,95996     | 2,57583     |

**Критические значения корреляции  $r_{\text{крит}}$   
для уровня значимости  $\alpha$  и степени свободы  $f$**

| $f \backslash \alpha$ | 0,1   | 0,05  | 0,01  |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| 1                     | 0,988 | 0,997 | 0,999 |
| 2                     | 0,900 | 0,950 | 0,990 |
| 3                     | 0,805 | 0,878 | 0,959 |
| 4                     | 0,729 | 0,811 | 0,917 |
| 5                     | 0,669 | 0,754 | 0,874 |
| 6                     | 0,622 | 0,707 | 0,834 |
| 7                     | 0,582 | 0,666 | 0,798 |
| 8                     | 0,549 | 0,632 | 0,765 |
| 9                     | 0,521 | 0,602 | 0,735 |
| 10                    | 0,497 | 0,576 | 0,708 |
| 11                    | 0,476 | 0,553 | 0,684 |
| 12                    | 0,457 | 0,532 | 0,661 |
| 13                    | 0,441 | 0,514 | 0,641 |
| 14                    | 0,426 | 0,497 | 0,623 |
| 15                    | 0,412 | 0,482 | 0,606 |
| 16                    | 0,400 | 0,468 | 0,590 |
| 17                    | 0,389 | 0,455 | 0,575 |
| 18                    | 0,378 | 0,444 | 0,561 |
| 19                    | 0,369 | 0,433 | 0,549 |
| 20                    | 0,360 | 0,423 | 0,537 |
| 25                    | 0,323 | 0,381 | 0,487 |
| 30                    | 0,296 | 0,349 | 0,449 |
| 35                    | 0,275 | 0,325 | 0,418 |
| 40                    | 0,257 | 0,304 | 0,393 |
| 45                    | 0,243 | 0,287 | 0,372 |
| 50                    | 0,231 | 0,273 | 0,354 |
| 60                    | 0,211 | 0,250 | 0,325 |
| 70                    | 0,195 | 0,232 | 0,302 |
| 80                    | 0,183 | 0,217 | 0,283 |
| 90                    | 0,173 | 0,205 | 0,267 |
| 100                   | 0,164 | 0,196 | 0,254 |