**Содержание**

[Введение](#_Toc154147768)

[Литературный обзор](#_Toc154147769)

[Практическая часть](#_Toc154147770)

[1. Исходные данные](#_Toc154147771)

[2. Анализ статистических данных](#_Toc154147772)

[2.1 Итоговая статистика](#_Toc154147773)

[2.2 Корреляционный анализ](#_Toc154147774)

[2.3 Анализ множественной регрессии](#_Toc154147775)

[2.4 Анализ простой регрессии](#_Toc154147784)

[Результаты анализа статистических данных](#_Toc154147792)

[Заключение](#_Toc154147793)

[Список литературы](#_Toc154147794)

**Введение**

Здоровье человека зависит от многих факторов, таких как наследственность, состояние окружающей среды, качество продуктов питания и питьевой воды. Конечно, нельзя с точностью определить вклад каждого конкретного негативного фактора в ухудшение состояния здоровья людей, но в данной работе я проведу обработку статистических данных для того, чтобы показать, на сколько состояние здоровья населения зависит от качества здравоохранения и от загрязнения атмосферного воздуха.

Цель: выявить зависимость состояния здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом, а также от качества и финансирования здравоохранения.

Задачи: провести анализ статистических данных при помощи программы STATGRAP.2\_1. А именно провести:

1. анализ итоговой статистики;
2. корреляционный анализ;
3. анализ множественной регрессии;
4. анализ простой регрессии.

# Литературный обзор

Загрязнение окружающей среды современной антропоэкосистемы оказывает выраженное влияние на функциональное состояние жизненно важных систем организма человека. Реакция организма на загрязнение атмосферы зависит от его индивидуальных особенностей, возраста, пола, состояния здоровья и.т.д. Наиболее чувствительным биологическим показателем качества окружающей среды является здоровье вообще и здоровье детей в частности. Реакция детского организма на действие антропогенных факторов, в силу его физиологических особенностей, значительно отличается от реакции организма взрослых, пожилых и престарелых людей. Кроме того, дети мало перемещаются за территорию проживания, поэтому являются своеобразными биологическими маркерами состояния среды их обитания.

Медицинская статистика свидетельствует об увеличении количества респираторных заболеваний у детей, заболеваний коньюктивы и роговицы глаз. Это является следствием неблагоприятного влияния токсичных веществ атмосферы как местного характера (на слизистую верхних дыхательных путей) так и общего снижения иммунитета из-за несбалансированности прооксидазных и антиоксидазных процессов в организме ребенка. Одним из проявлений таких реакций является бронхиальная астма.

Выраженное влияние на состояние здоровья детей оказывает загрязнение почвы. Исследование волос детей, проживающих на территориях, загрязненных тяжелыми металлами, выявило наличие этих металлов в достаточно большом количестве.

Не менее важным антропогенным фактором является городской шум. Общий уровень шума на наших дорогах выше, чем в западных странах. Это объясняется большим относительным числом грузовых автомобилей в составе транспортного потока, для которых уровень шума на 8-10 дБа (т.е. примерно в 2 раза) выше, чем легковых. Ниже у нас и нормативные требования к выпускаемым автомобилям. Но главная причина заключается в отсутствии контроля над уровнем шума на дорогах. Требование ограничения шума отсутствует даже в Правилах дорожного движения. Неудивительно, что неправильное обустройство грузовых машин, прицепов к ним, небрежная укладка и плохое крепление грузов стало массовым явлением на дорогах. Запрет грузового движения дает снижение уровня шума примерно на 10 дБа. Аналогичный эффект дает исключение движения мотоциклов. Ограничение скорости движения ниже 50 км/час, как правило, не дает снижения шума.

Одним из основных источников внешнего шума является автотранспорт. Установлено, что интенсивность шума (в дБА) составляет: от легкового автомобиля – 70-80; автобуса – 80-85; грузового автомобиля – 80-90; мотоцикла – 90-95. Автомобильные средства по интенсивности шума различаются довольно резко. К самым шумным относятся грузовые автомобили с дизельным двигателем, к самым «тихим» – легковые автомобили высоких классов (65-70 дБА).

Транспортные факторы: интенсивность, состав, скорость движения, эксплуатационное состояние автомобилей, вид перевозимых грузов оказывают наибольшее влияние на уровень и характер шума. Немалое значение имеет и состояние дорожного покрытия. Для грузовых машин наибольший шум создает двигатель, особенно когда ему приходится работать на пониженных передачах. Но для легковых машин важнее шум качения. Проведенные в ФРГ исследования не выявили особого преимущества пористых или очень гладких покрытий, хотя по данным МАДИ шероховатые покрытия, особенно в мокром состоянии, могут увеличивать шум на 5-7,5 дБа.

Повышенный уровень, шума, может стать причиной нервного истощения, психической угнетённости, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной системы. Шум мешает людям работать и отдыхать. Наиболее чувствительны к действию шума лица старших возрастов. Так, в возрасте до 27 лет на шум реагируют 46% людей, в возрасте 28-37 лет – 57%, в возрасте 38-57 лет – 62%, а в возрасте 58 лет и старше – 72%.

Городской шум оказывает неблагоприятное влияние и на сердечно-сосудистую систему. Ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышенное содержание холестерина в крови встречаются чаще у лиц, проживающих в шумных районах.

Крайне неблагоприятно действуют прерывистые, внезапно возникающие шумы, особенно в вечерние и ночные часы, на только что заснувшего человека. Внезапно возникающий во время сна шум (например, грохот грузовика) нередко вызывает сильный испуг, особенно у больных людей и у детей. Шум уменьшает продолжительность и глубину сна. Под влиянием шума уровнем 50 дБ срок засыпания увеличивается на час и более, сон становится поверхностным, после пробуждения люди чувствуют усталость, головную боль, а нередко и сердцебиение.

Отсутствие нормального отдыха после трудового дня приводит к тому, что естественно развивающееся в процессе работы утомление не исчезает, а постепенно переходит в хроническое переутомление, которое способствует развитию ряда заболеваний, таких как расстройство центральной нервной системы, гипертоническая болезнь.

Таким образом, помимо химического загрязнения окружающей среды, мощным фактором воздействия на здоровье населения являются физические факторы и, в первую очередь, шум. Поэтому снижению уровня шума в антропоэкосистемах должно придаваться особое значение. Снижение городского шума может быть достигнуто как за счёт уменьшения шумности транспортных средств, так и градостроительными мероприятиями.

К градостроительным мероприятиям по защите населения от шума относится увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом, применение акустически непрозрачных экранов (откосов, стен и зданий-экранов), специальных шумозащитных полос озеленения, использование различных приёмов планировки, рационального размещения микрорайонов. Кроме того, к градостроительным мероприятиям следует отнести рациональную застройку магистральных улиц, максимальное озеленение территории микрорайонов и разделительных полос, использование рельефа местности и др.

Существенный защитный эффект достигается в том случае, если жилая застройка размещена на расстоянии не менее 25-30 м от автомагистралей и зоны разрыва озеленены. При замкнутом типе застройки защищёнными оказываются только внутриквартальные пространства, а внешние фасады домов попадают в неблагоприятные условия, поэтому подобная застройка автомагистралей нежелательна. Наиболее целесообразна свободная застройка, защищённая от стороны улицы зелёными насаждениями и экранирующими зданиями временного пребывания людей (магазины, столовые, рестораны, ателье и т.п.). Расположение магистрали в выемке также снижает шум на близко расположенной территории.

Борьба с шумом, в центральных районах города затрудняется плотностью сложившейся застройки, из-за которой невозможны строительство шумозащитных экранов, расширение магистралей и высадка деревьев, снижающих на дорогах уровни шумов. Таким образом, наиболее перспективными решениями этой проблемы являются снижение собственных шумов транспортных средств и применение в зданиях, выходящих на наиболее оживленные магистрали, новых шумопоглощающих материалов, вертикального озеленения домов и тройного остекления окон (с одновременным применением принудительной вентиляции).

# Практическая часть

## 1. Исходные данные

Таблица 1. Зависимые показатели

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 | y6 | y7 | y8 |
| Россия | 72,5 | 60 | 9,4 | 13,9 | -4,5 | 1,1 | 16,8 | 22 |
| Азербайджан | 75,5 | 68,7 | 18,4 | 9,6 | 8,9 | 1,5 | 29,3 | 105 |
| Армения | 76,2 | 70,3 | 11,5 | 9,7 | 1,7 | 1,1 | 15,4 | 30 |
| Белоруссия | 74,4 | 62,8 | 9,6 | 14 | -4,4 | 1,2 | 12,5 | 20 |
| Грузия | 77,6 | 69,5 | 11,2 | 14,6 | -3,4 | 1,4 | 17,6 | 29 |
| Казахстан | 70,7 | 59,6 | 17,3 | 10,6 | 6,7 | 2 | 42,1 | 75 |
| Киргизия | 72,3 | 64,8 | 26,2 | 9,1 | 17 | 2,3 | 37 | 63 |
| Молдавия | 70,3 | 62,8 | 13,4 | 12,6 | 0,8 | 1,4 | 20,5 | 33 |
| Таджикистан | 70,8 | 65,2 | 33,2 | 8,6 | 24,7 | 2,9 | 53,3 | 73 |
| Туркмения | 70,4 | 63,9 | 28,5 | 9 | 19,6 | 3,2 | 48,6 | 70 |
| Узбекистан | 72,5 | 66,8 | 26,1 | 8 | 18,1 | 2,3 | 36,7 | 67 |
| Украина | 73,5 | 62,7 | 9,3 | 16,4 | -7,1 | 1,1 | 15,3 | 21 |

у1- средняя продолжительность жизни женщин;

у2- средняя продолжительность жизни мужчин;

у3 – рождаемость на 1000 человек;

у4 – Смертность на 1000 человек;

у5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек;

у6 – уровень рождаемости;

у7 – уровень детской смертности;

у8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных.

Таблица 2. Независимые показатели

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | х1 | х2 | х3 | х4 | х5 | х6 |
| Россия | 159 | 119 | 235 | 30599 | 949000 | 14 |
| Азербайджан | 99 | 96 | 256 | 4364 | 57770 | 20 |
| Армения | 152 | 82 | 198 | 3687 | 7720 |  |
| Белоруссия | 157 | 122 | 222 | 7277 | 51547 | 11 |
| Грузия | 152 | 105 | 182 | 11942 | 21000 | 11 |
| Казахстан | 154 | 86 | 265 | 9900 | 158655 | 11 |
| Киргизия | 118 | 99 | 301 | 13003 | 18560 |  |
| Молдавия | 143 | 125 | 251 | 3093 | 12259 | 18 |
| Таджикистан | 100 | 88 | 439 | 16604 | 13000 | 30 |
| Туркмения | 125 | 115 | 320 | 17573 | 23500 |  |
| Узбекистан | 116 | 84 | 299 | 5674 | 78400 | 25 |
| Украина | 131 | 130 | 224 | 4496 | 172257 |  |

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача;

х4 – обеспеченность водой на душу населения;

х5 – протяженность автомобильных дорог, км;

х6 – количество человек на 1 транспортное средство.

## 2. Анализ статистических данных

Данные обрабатывались с помощью программы STATGRAP.2\_1.

С помощью этой программы можно легко и быстро проанализировать данные. Для этого необходимо ввести зависимые и независимые переменные и выбрать необходимый вид анализа. При этом программа сама анализирует данные и выводит конечный результат в виде отчета, содержащего таблицы, графики (при необходимости) и словесное описание полученных результатов.

### 2.1 Итоговая статистика

x1 x2 x3 x4 x5

Всего 8 8 8 8 8

Среднее значение135,0 103,125 268,625 11181,6 167704,0

Дисперсия 665,143 289,839 5891,7 8,08776E7 1,01954E11

Стандартное 25,7904 17,0247 76,7574 8993,2 319302,0

отклонение

Минимум 99,0 84,0 182,0 3093,0 12259,0

Максимум 159,0 125,0 439,0 30599,0 949000,0

Коэф. асимметрии -0,764595 0,23892 2,03133 1,93714 3,12609

Коэф. эксцесса -0,99701 -1,19342 2,3369 1,72891 4,3052

Сумма 1080,0 825,0 2149,0 89453,0 1,34163E6

 x6 y1 y2 y3 y4

Всего 8 8 8 8 8

Среднее значение 17,5 73,0375 64,425 17,325 11,4875

Дисперсия 51,1429 6,75411 14,0593 72,225 6,84411

Стандартное 7,15142 2,59887 3,74957 8,49853 2,61612

отклонение

Минимум 11,0 70,3 59,6 9,4 8,0

Максимум 30,0 77,6 69,5 33,2 14,6

Коэф. асимметрии 0,916469 0,847514 0,0631869 1,22859 -0,153357

Коэф. эксцесса -0,322297 -0,291481 -0,857314 0,153344 -1,13922

Сумма 140,0 584,3 515,4 138,6 91,9

y5 y6 y7 y8

Всего 8 8 8 8

Среднее значение 5,8625 1,725 28,6 53,0

Дисперсия 19,808 0,387857 206,214 972,857

Стандартное 10,9457 0,622782 14,3602 31,1907

отклонение

Минимум -4,5 1,1 12,5 20,0

Максимум 24,7 2,9 53,3 105,0

Коэф. асимметрии 0,910336 1,24221 0,771151 0,539622

Коэф. эксцесса -0,359529 0,164022 -0,430539 -0,665271

Сумма 46,9 13,8 228,8 424,0

Эта таблица показывает итоговую статистику для каждой из выбранных переменных. Она включает меры центральной тенденции, меры переменности и меры формы. Представлены нормальный коэффициент эксцесса и нормальный коэффициент асимметрии, которые могут использоваться для определения, отходит ли образец от нормального распределения. Значения этих статистик вне диапазона от -2 до + 2 указывают на существенные отклонения от нормальности, которые лишают законной силы многие из статистических процедур, обычно применяемых к этим данным. В этом случае следующие переменные показывают нормальные коэффициенты асимметрии, выходящие за пределы ожидаемого диапазона:

 x3

 x5

Следующие переменные показывают нормальные коэффициенты эксцессы, выходящие за пределы ожидаемого диапазона:

x3

 x5

### 2.2 Корреляционный анализ

Корреляция (Число пар данных) р-значение (уровень значимости)

 x1 x2 x3 x4 x5

x1 0,5944 -0,6929 0,2860 0,4052

 (8) (8) (8) (8)

 0,1202 0,0568 0,4923 0,3194

x2 0,5944 -0,5431 0,1426 0,3028

 (8) (8) (8) (8)

 0,1202 0,1642 0,7361 0,4660

x3 -0,6929 -0,5431 0,0938 -0,1927

 (8) (8) (8) (8)

 0,0568 0,1642 0,8252 0,6476

x4 0,2860 0,1426 0,0938 0,8549

 (8) (8) (8) (8)

 0,4923 0,7361 0,8252 0,0068

x5 0,4052 0,3028 -0,1927 0,8549

 (8) (8) (8) (8)

 0,3194 0,4660 0,6476 0,0068

x6 -0,8729 -0,4911 0,8652 -0,0751 -0,2454

(8) (8) (8) (8) (8) 0,0047 0,2166 0,0055 0,8597 0,5579

y1 0,0601 0,1048 -0,5819 -0,0801 -0,1166

(8) (8) (8) (8) (8) 0,8876 0,8049 0,1302 0,8504 0,7833

y2 -0,5710 -0,2952 -0,0093 -0,4000 -0,5392

(8) (8) (8) (8) (8) 0,1394 0,4778 0,9826 0,3262 0,1679

y3 -0,8194 -0,7742 0,9163 -0,1237 -0,3761

(8) (8) (8) (8) (8) 0,0128 0,0241 0,0014 0,7704 0,3585

y4 0,8330 0,8176 -0,7529 0,2912 0,3313

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0102 0,0132 0,0311 0,4841 0,4228

y5 -0,8389 -0,7983 0,8941 -0,1658 -0,3722

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0092 0,0175 0,0027 0,6947 0,3638

y6 -0,6528 -0,8007 0,8932 -0,0846 -0,3879

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0793 0,0170 0,0028 0,8421 0,3423

y7 -0,6466 -0,8495 0,8605 -0,0463 -0,2873

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0832 0,0076 0,0061 0,9133 0,4903

y8 -0,7917 -0,7842 0,4839 -0,3468 -0,3445

(8) (8) (8) (8) (8) 0,0192 0,0212 0,2244 0,4000 0,4033

 x6 y1 y2 y3 y4

x1 -0,8729 0,0601 -0,5710 -0,8194 0,8330

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0047 0,8876 0,1394 0,0128 0,0102

x2 -0,4911 0,1048 -0,2952 -0,7742 0,8176

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,2166 0,8049 0,4778 0,0241 0,0132

x3 0,8652 -0,5819 -0,0093 0,9163 -0,7529

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0055 0,1302 0,9826 0,0014 0,0311

x4 -0,0751 -0,0801 -0,4000 -0,1237 0,2912

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,8597 0,8504 0,3262 0,7704 0,4841

x5 -0,2454 -0,1166 -0,5392 -0,3761 0,3313

(8) (8) (8) (8) (8) 0,5579 0,7833 0,1679 0,3585 0,4228

x6 -0,3739 0,3292 0,9000 -0,8067

(8) (8) (8) (8) 0,3615 0,4258 0,0023 0,0155

y1 -0,3739 0,6826 -0,3945 0,4001

 (8) (8) (8) (8)

 0,3615 0,0621 0,3334 0,3260

y2 0,3292 0,6826 0,2725 -0,2196

 (8) (8) (8) (8)

 0,4258 0,0621 0,5139 0,6013

y3 0,9000 -0,3945 0,2725 -0,9022

(8) (8) (8) (8) 0,0023 0,3334 0,5139 0,0022

y4 -0,8067 0,4001 -0,2196 -0,9022

 (8) (8) (8) (8)

 0,0155 0,3260 0,6013 0,0022

y5 0,8943 -0,4019 0,2658 0,9947 -0,9419

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0027 0,3237 0,5246 0,0000 0,0005

y6 0,7762 -0,4508 0,1520 0,9643 -0,8257

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0235 0,2623 0,7193 0,0001 0,0116

y7 0,6912 -0,5093 0,0317 0,9138 -0,8557

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,0576 0,1973 0,9406 0,0015 0,0067

y8 0,5194 -0,1035 0,3254 0,6585 -0,8384

 (8) (8) (8) (8) (8)

 0,1871 0,8074 0,4316 0,0758 0,0093

 y5 y6 y7 y8

x1 -0,8389 -0,6528 -0,6466 -0,7917

 (8) (8) (8) (8)

 0,0092 0,0793 0,0832 0,0192

x2 -0,7983 -0,8007 -0,8495 -0,7842

 (8) (8) (8) (8)

 0,0175 0,0170 0,0076 0,0212

x3 0,8941 0,8932 0,8605 0,4839

 (8) (8) (8) (8)

 0,0027 0,0028 0,0061 0,2244

x4 -0,1658 -0,0846 -0,0463 -0,3468

 (8) (8) (8) (8)

 0,6947 0,8421 0,9133 0,4000

x5 -0,3722 -0,3879 -0,2873 -0,3445

 (8) (8) (8) (8)

 0,3638 0,3423 0,4903 0,4033

x6 0,8943 0,7762 0,6912 0,5194

 (8) (8) (8) (8)

 0,0027 0,0235 0,0576 0,1871

y1 -0,4019 -0,4508 -0,5093 -0,1035

 (8) (8) (8) (8)

 0,3237 0,2623 0,1973 0,8074

y2 0,2658 0,1520 0,0317 0,3254

 (8) (8) (8) (8)

 0,5246 0,7193 0,9406 0,4316

y3 0,9947 0,9643 0,9138 0,6585

 (8) (8) (8) (8)

 0,0000 0,0001 0,0015 0,0758

y4 -0,9419 -0,8257 -0,8557 -0,8384

 (8) (8) (8) (8)

 0,0005 0,0116 0,0067 0,0093

y5 0,9480 0,9164 0,7147

 (8) (8) (8)

 0,0003 0,0014 0,0464

y6 0,9480 0,9468 0,5655

(8) (8) (8)

 0,0003 0,0004 0,1440

y7 0,9164 0,9468 0,7221

(8) (8) (8)

 0,0014 0,0004 0,0431

y8 0,7147 0,5655 0,7221

(8) (8) (8)

 0,0464 0,1440 0,0431

Эта таблица показывает корреляцию между каждой парой переменных. Коэффициенты корреляции располагаются в интервале от -1 до + 1 и определяют величину линейных отношений между переменными. В круглых скобках показывается число пар данных, по которым вычислялись коэффициенты. Третье число в каждом столбике - р-значение, которое проверяет статистическое значение корреляций. р-значение ниже 0.05 указывает на статистически существенную корреляцию отличную от нуля с 95 % вероятностью. Следующие пары переменных имеют р-значение ниже 0.05:

x1 и x6; x1 и y3; x1 и y4; x1 и y5; x1 и y8; x2 и y3; x2 и y4; x2 и y5; x2 и y6; x2 и y7; x2 и y8; x3 и x6; x3 и y3; x3 и y4; x3 и y5; x3 и y6; x3 и y7; x4 и x5; x6 и y3; x6 и y4; x6 и y5; x6 и y6; y3 и y4; y3 и y5; y3 и y6; y3 и y7; y4 и y5; y4 и y6; y4 и y7; y4 и y8; y5 и y6; y5 и y7; y5 и y8; y6 и y7; y7 и y8.

### 2.3 Анализ множественной регрессии

Таблицы показывают результаты приспособления многократной линейной регрессионной модели для описания отношения между 1 зависимой и 6 независимыми переменными.

Приводится уравнение приспособленной модели.

Если р-значение больше 0,10, то не имеется статистически существенных отношений между переменными.

R2 (Коэффициент детерминации) показывает, на сколько процентов модель объясняет зависимость между переменными.

Приспособленный R2 является более подходящим для сравнения моделей с различным числом независимых переменных.

### у1 – средняя продолжительность жизни женщин

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Постоянная 99,1558 12,2841 8,07187 0,0785

x1 -0,0999052 0,0743066 -1,3445 0,4071

x2 -0,00531697 0,0592555 -0,0897296 0,9430

x3 -0,0536492 0,0250932 -2,13799 0,2785

x4 0,000403861 0,000199043 2,02901 0,2915

x5 -0,00000996529 0,00000547838 -1,81902 0,3200

x6 -0,029481 0,347949 -0,084728 0,9462

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 43,4951 6 7,24919 1,92 0,4954

Остаток 3,78362 1 3,78362

--------------------------------------- --------------------------------------

Общее кол. 47,2788 7

R2 (коэффициент детерминации) = 91,9972 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 43,9804 %

Стандартная ошибка оценки = 1,94515

Средняя абсолютная ошибка = 0,508709

Уравнение регрессионной модели:

y1 = 99,1558 - 0,0999052\*x1 - 0,00531697\*x2 - 0,0536492\*x3 + 0,000403861\*x4 –

- 0,00000996529\*x5 - 0,029481\*x6

### у2 – средняя продолжительность жизни мужчин

Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Постоянная 91,8641 3,78199 24,2899 0,0262

x1 -0,0967528 0,0228772 -4,22922 0,1478

x2 -0,0309012 0,0182433 -1,69384 0,3395

x3 -0,0844186 0,0077256 -10,9271 0,0581

x4 0,000504772 0,0000612807 8,23705 0,0769

x5 -0,0000160501 0,00000168666 -9,51586 0,0667

x6 0,487637 0,107125 4,55203 0,1377

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 98,0564 6 16,3427 45,57 0,1114

Остаток 0,358641 1 0,358641

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 98,415 7

R2 (коэффициент детерминации) = 99,6356 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 97,4491 %

Стандартная ошибка оценки = 0,598866

Средняя абсолютная ошибка = 0,156619

Уравнение регрессионной модели:

y2 = 91,8641 - 0,0967528\*x1 - 0,0309012\*x2 - 0,0844186\*x3 ++ 0,000504772\*x4 - 0,0000160501\*x5 + 0,487637\*x6

### у3 – рождаемость на 1000 человек

Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 11,1768 1,74903 6,39032 0,0988

x2 -0,191681 0,00843686 -22,7195 0,0280

x1 0,0440065 0,0105799 4,15946 0,1502

x3 0,0361766 0,0035728 10,1255 0,0627

x4 0,0000281208 0,00002834 0,992265 0,5025

x5 -0,00000402137 7,80019E-7 -5,15548 0,1220

x6 0,606653 0,0495414 12,2454 0,0519

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 505,498 6 84,2497 1098,39 0,0228

Остаток 0,0767031 1 0,0767031

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 505,575 7

R2 (коэффициент детерминации) = 99,9848 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 99,8938 %

Стандартная ошибка оценки = 0,276953

Средняя абсолютная ошибка = 0,0724306

Уравнение регрессионной модели:

y3 = 11,1768 - 0,191681\*x2 + 0,0440065\*x1 + 0,0361766\*x3 +

+ 0,0000281208\*x4 - 0,00000402137\*x5 + 0,606653\*x6

###

### у4 – Смертность на 1000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 5,46707 0,830794 6,58054 0,0960

x2 0,0787761 0,00400754 19,657 0,0324

x1 0,0111729 0,00502547 2,22325 0,2691

x3 -0,0155568 0,00169709 -9,16674 0,0692

x4 0,000232669 0,0000134616 17,2839 0,0368

x5 -0,0000055904 3,70512E-7 -15,0883 0,0421

x6 -0,0626762 0,0235323 -2,66341 0,2287

-----------------------------------------------------------------------------

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 47,8914 6 7,98191 461,21 0,0352

Остаток 0,0173064 1 0,0173064

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 47,9088 7

R2 (коэффициент детерминации) = 99,9639 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 99,7471 %

Стандартная ошибка оценки = 0,131554

Средняя абсолютная ошибка = 0,0344048

Уравнение регрессионной модели:

y4 = 5,46707 + 0,0787761\*x2 + 0,0111729\*x1 - 0,0155568\*x3 + 0,000232669\*x4 - 0,0000055904\*x5 - 0,0626762\*x6

### у5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 6,11292 2,52953 2,41662 0,2498

x2 -0,269378 0,0122018 -22,0769 0,0288

x1 0,0294256 0,0153011 1,9231 0,3053

x3 0,0521545 0,00516716 10,0935 0,0629

x4 -0,000202351 0,0000409867 -4,93699 0,1272

x5 0,00000154164 0,0000011281 1,36658 0,4022

x6 0,660049 0,0716492 9,21223 0,0688

-----------------------------------------------------------------------------

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 838,498 6 139,75 871,07 0,0256

Остаток 0,160435 1 0,160435

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 838,659 7

R2 (коэффициент детерминации) = 99,9809 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 99,8661 %

Стандартная ошибка оценки = 0,400543

Средняя абсолютная ошибка = 0,104753

Уравнение приспособленной модели:

y5 = 6,11292 - 0,269378\*x2 + 0,0294256\*x1 + 0,0521545\*x3 – 0,000202351\*x4 + 0,00000154164\*x5 + 0,660049\*x6

### у6 – уровень рождаемости

Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 0,352785 0,161948 2,17838 0,2740

x2 -0,0193954 0,000781198 -24,8278 0,0256

x1 0,0121752 0,000979625 12,4284 0,0511

x3 0,00371783 0,000330818 11,2383 0,0565

x4 0,00000811489 0,0000026241 3,09245 0,1991

x5 -6,31109E-7 7,22246E-8 -8,73814 0,0725

x6 0,0425779 0,00458721 9,28189 0,0683

-----------------------------------------------------------------------------

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 2,71434 6 0,45239 687,92 0,0288

Остаток 0,000657617 1 0,000657617

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 2,715 7

R2 (коэффициент детерминации) = 99,9758 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 99,8304 %

Стандартная ошибка оценки = 0,025644

Средняя абсолютная ошибка = 0,00670659

Уравнение регрессионной модели:

y6 = 0,352785 - 0,0193954\*x2 + 0,0121752\*x1 + 0,00371783\*x3 + 0,00000811489\*x4 - 6,31109E-7\*x5 + 0,0425779\*x6

### у7 – уровень детской смертности

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 40,8464 40,1822 1,01653 0,4948

x2 -0,461165 0,193829 -2,37924 0,2533

x1 0,0250685 0,243062 0,103136 0,9346

x3 0,166108 0,0820816 2,0237 0,2922

x4 -0,000308391 0,000651084 -0,473657 0,7184

x5 0,00000562441 0,0000179202 0,31386 0,8064

x6 -0,582212 1,13816 -0,511536 0,6990

-----------------------------------------------------------------------------

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 1403,02 6 233,836 5,78 0,3039

Остаток 40,4843 1 40,4843

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 1443,5 7

R2 (коэффициент детерминации) = 97,1954 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 80,3679 %

Стандартная ошибка оценки = 6,36272

Средняя абсолютная ошибка = 1,66402

Уравнение регрессионной модели:

y7 = 40,8464 - 0,461165\*x2 + 0,0250685\*x1 + 0,166108\*x3 – 0,000308391\*x4 + 0,00000562441\*x5 - 0,582212\*x6

### у8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Постоянная 366,892 81,0421 4,52718 0,1384

x2 -0,735043 0,390927 -1,88026 0,3112

x1 -1,49102 0,490223 -3,04151 0,2022

x3 0,248001 0,165548 1,49807 0,3747

x4 -0,00223802 0,00131315 -1,70432 0,3378

x5 0,0000643646 0,0000361426 1,78085 0,3257

x6 -5,0967 2,29553 -2,22027 0,2694

-----------------------------------------------------------------------------

Дисперсионный анализ

-----------------------------------------------------------------------------

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

-----------------------------------------------------------------------------

Модель 6645,32 6 1107,55 6,73 0,2830

Остаток 164,68 1 164,68

-----------------------------------------------------------------------------

Общее кол. 6810,0 7

R2 (коэффициент детерминации) = 97,5818 %

R2 (приспособленный к числу значений) = 83,0725 %

Стандартная ошибка оценки = 12,8328

Средняя абсолютная ошибка = 3,35611

Уравнение регрессионной модели:

y8 = 366,892 - 0,735043\*x2 - 1,49102\*x1 + 0,248001\*x3 - 0,00223802\*x4 + 0,0000643646\*x5 - 5,0967\*x6

Результаты анализа многократной регрессии:

Переменные, ранжированные в порядке увеличения р-значения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Переменная | р-значение |
| 1 | у3 | 0,0228 |
| 2 | у5 | 0,0256 |
| 3 | у6 | 0,0288 |
| 4 | у4 | 0,0352 |
| 5 | у2 | 0,1114 |
| 6 | у8 | 0,2830 |
| 7 | у7 | 0,3039 |
| 8 | у1 | 0,4954 |

Т.к. р-значение переменной у3 наименьшее, то переменная у3 (рождаемость на 1000 человек) является наиболее зависимой от 6 независимых переменных.

Т.к. р-значение переменных у3, у4, у5, у6 меньше 0,05, то модели многократной регрессии, соответствующие этим переменным можно считать достаточно значимыми.

### 2.4 Анализ простой регрессии

В данном разделе приведены результаты приспособления моделей для описания отношений между переменными и уравнения регрессионных моделей.

R2 (Коэффициент детерминации) показывает, на сколько процентов модель объясняет зависимость между переменными.

Коэффициент корреляции указывает на силу отношений между переменными.

F-критерий показывает уровень адекватности модели. При значении F- критерия > 3 модель считается адекватной.

р-значение показывает уровень значимости модели или ее компонентов. Если р-значение меньше чем 0.05, то имеется статистически существенная зависимость между переменными с 95 % уровнем доверительности.

Т-критерий показывает уровень достоверности модели. Модель считается достоверной при значении Т-критерии >3.

Ниже приведены наиболее значимые модели для описания отношений между переменными.

#### у1– средняя продолжительность жизни женщин

Обратная-X модель: Y = a + b/X

Зависимая переменная: y1 - средняя продолжительность жизни женщин

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка Ошибка критерий значение

Свободный член 64,5814 2,2283 28,9823 0,0000

Параметр 2141,42 550,556 3,88956 0,0030

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 39,1266 1 39,1266 15,13 0,0030

Остаток 25,8626 10 2,58626

Всего 64,9892 11

Коэффициент корреляции = 0,775917

R2 = 60,2048 процента

Стандартная ошибка оценки = 1,60818

Уравнение регрессионной модели:

y1 = 64,5814 + 2141,42/x3

### у2 – средняя продолжительность жизни мужчин

Мультипликативная модель: Y = a\*X^b

Зависимая переменная: y2 – средняя продолжительность жизни мужчин

Независимая переменная: x5 - протяженность дорог, км

 Стандартная T р-

Параметр Оценка Ошибка критерий значение

Свободный член 4,42797 0,104014 42,571 0,0000

Параметр -0,0241414 0,00963474 -2,50566 0,0311

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,0123563 1 0,0123563 6,28 0,0311

Остаток 0,0196808 10 0,00196808

Всего 0,0320372 11

Коэффициент корреляции = -0,621037

R2 = 38,5687 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0443631

Уравнение регрессионной модели:

y2 = 83,7608\*x5^-0,0241414

### у3 – рождаемость на 1000 человек

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y3 – рождаемость на 1000 человек

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка Ошибка критерий значение

Свободный член 57,4752 10,7628 5,34018 0,0003

Параметр -0,296141 0,0794397 -3,72787 0,0039

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 467,759 1 467,759 13,90 0,0039

Остаток 336,59 10 33,659

Всего 804,349 11

Коэффициент корреляции = -0,762586

R2 = 58,1538 процента

Стандартная ошибка оценки = 5,80164

y3 = 57,4752 - 0,296141\*x1

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y3 – рождаемость на 1000 человек

Независимая переменная: x2 - количество больничных коек на 10000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка Ошибка критерий значение

Свободный член -0,0336736 0,0467988 -0,71954 0,4883

Параметр 0,000980712 0,000443268 2,21246 0,0513

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00321264 1 0,00321264 4,89 0,0513

Остаток 0,00656315 10 0,000656315

Всего 0,00977579 11

Коэффициент корреляции = 0,573264

R2 = 32,8632 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0256187

Уравнение регрессионной модели:

y3 = 1/(-0,0336736 + 0,000980712\*x2)

Модель квадратного корня-X: Y = a + b\*sqrt(X)

Зависимая переменная: y3 – рождаемость на 1000 человек

Независимая переменная: Х3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -45,2058 9,1446 -4,94344 0,0006

Параметр 3,89259 0,560691 6,94248 0,0000

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 666,14 1 666,14 48,20 0,0000

Остаток 138,209 10 13,8209

Всего 804,349 11

Коэффициент корреляции = 0,91004

R2 = 82,8173 процента

Стандартная ошибка оценки = 3,71765

y3 = -45,2058 + 3,89259\*sqrt(x3)

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y3 – рождаемость на 1000 человек

Независимая переменная: х6 - количество человек на 1 транспортное средство

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -1,39218 3,96159 -0,351419 0,7373

Параметр 1,06955 0,211454 5,05809 0,0023

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 409,532 1 409,532 25,58 0,0023

Остаток 96,0431 6 16,0072

Всего 505,575 7

Коэффициент корреляции = 0,900018

R2 = 81,0032 процента

Стандартная ошибка оценки = 4,0009

Уравнение регрессионной модели:

y3 = -1,39218 + 1,06955\*x6

### у4 – Смертность на 1000 человек

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y4 – смертность на 1000 человек

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 0,180163 0,031408 5,73622 0,0002

Параметр -0,000651228 0,000231821 -2,80918 0,0185

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,002262 1 0,002262 7,89 0,0185

Остаток 0,00286636 10 0,000286636

Всего 0,00512836 11

Коэффициент корреляции = -0,664135

R2 = 44,1076 процента

Уравнение регрессионной модели:

y4 = 1/(0,180163 - 0,000651228\*x1)

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y4 – смертность на 1000 человек

Независимая переменная: x2 - количество больничных коек на 10000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -1,36012 3,52725 -0,385604 0,7079

Параметр 0,12184 0,0334094 3,64687 0,0045

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 49,5857 1 49,5857 13,30 0,0045

Остаток 37,2835 10 3,72835

Всего 86,8692 11

Коэффициент корреляции = 0,755519

R2 = 57,0809 процента

Стандартная ошибка оценки = 1,93089

Уравнение регрессионной модели:

y4 = -1,36012 + 0,12184\*x2

Двойная обратная модель: Y = 1/(a + b/X)

Зависимая переменная: y4 – смертность на 1000 человек

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 0,16104 0,0223772 7,19663 0,0000

Параметр -17,1863 5,52882 -3,1085 0,0111

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00252021 1 0,00252021 9,66 0,0111

Остаток 0,00260816 10 0,000260816

Всего 0,00512836 11

Коэффициент корреляции = -0,701017

R2 = 49,1425 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0161498

Уравнение регрессионной модели:

y4 = 1/(0,16104 - 17,1863/x3)

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y4 – смертность на 1000 человек

Независимая переменная: x6 - количество человек на 1 транспортное средство

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 0,0465714 0,0129091 3,60763 0,0113

Параметр 0,00256031 0,000689039 3,71577 0,0099

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00234675 1 0,00234675 13,81 0,0099

Остаток 0,00101982 6 0,000169969

Всего 0,00336657 7

Коэффициент корреляции = 0,83491

R2 = 69,7075 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0130372

Уравнение регрессионной модели:

y4 = 1/(0,0465714 + 0,00256031\*x6)

### у5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 56,5493 14,2023 3,98169 0,0026

Параметр -0,373905 0,104827 -3,56689 0,0051

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 745,672 1 745,672 12,72 0,0051

Остаток 586,097 10 58,6097

Всего 1331,77 11

Коэффициент корреляции = -0,748272

R2 = 55,9911 процента

Стандартная ошибка оценки = 7,6557

Уравнение регрессионной модели:

y5 = 56,5493 - 0,373905\*x1

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Независимая переменная: x2 - количество больничных коек на 10000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 43,7492 17,3831 2,51677 0,0306

Параметр -0,357226 0,164649 -2,16962 0,0552

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 426,251 1 426,251 4,71 0,0552

Остаток 905,518 10 90,5518

Всего 1331,77 11

Коэффициент корреляции = -0,565742

R2 = 32,0064 процента

Стандартная ошибка оценки = 9,51587

Уравнение регрессионной модели:

y5 = 43,7492 - 0,357226\*x2

Логарифмическая-X модель: Y = a + b\*ln(X)

Зависимая переменная: y5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -220,444 38,6654 -5,70131 0,0002

Параметр 40,8451 6,9529 5,87454 0,0002

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 1032,56 1 1032,56 34,51 0,0002

Остаток 299,205 10 29,9205

Всего 1331,77 11

Коэффициент корреляции = 0,88053

R2 = 77,5332 процента

Стандартная ошибка оценки = 5,46997

Уравнение регрессионной модели:

y5 = -220,444 + 40,8451\*ln(x3)

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек

Независимая переменная: x6 - количество человек на 1 транспортное средство

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -18,0925 5,2372 -3,45461 0,0136

Параметр 1,36885 0,279541 4,89679 0,0027

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 670,807 1 670,807 23,98 0,0027

Остаток 167,851 6 27,9752

Всего 838,659 7

Коэффициент корреляции = 0,894347

R2 = 79,9857 процента

Стандартная ошибка оценки = 5,28916

Уравнение регрессионной модели:

y5 = -18,0925 + 1,36885\*x6

### у6 – уровень рождаемости

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y6 – уровень рождаемости, человек в год

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -0,198952 0,349465 -0,569305 0,5817

Параметр 0,00627034 0,00257939 2,43094 0,0354

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,209705 1 0,209705 5,91 0,0354

Остаток 0,354862 10 0,0354862

Всего 0,564566 11

Коэффициент корреляции = 0,609462

R2 = 37,1444 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,188378

Уравнение регрессионной модели:

y6 = 1/(-0,198952 + 0,00627034\*x1

Логарифмическая-X модель: Y = a + b\*ln(X)

Зависимая переменная: y6 – уровень рождаемости, человек в год

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -12,8899 2,85216 -4,51937 0,0011

Параметр 2,64228 0,512881 5,15184 0,0004

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 4,32111 1 4,32111 26,54 0,0004

Остаток 1,62806 10 0,162806

Всего 5,94917 11

Коэффициент корреляции = 0,852255

R2 = 72,6339 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,403492

Уравнение регрессионной модели:

y6 = -12,8899 + 2,64228\*ln(x3)

Регрессия в форме квадратного уравнения

Зависимая переменная: y6 – уровень рождаемости, человек в год

Независимая переменная: x6 - количество человек на 1 транспортное средство

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

постоянная 3,05801 1,06038 2,88387 0,0344

x6 -0,226361 0,119684 -1,89133 0,1172

x6^2 0,00748807 0,00301981 2,47965 0,0559

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 2,23102 2 1,11551 11,52 0,0134

Остаток 0,483975 5 0,096795

Всего 2,715 7

R2 = 82,174 процента

R2 (приспособленный к числу значений) = 75,0436 %

Стандартная ошибка оценки = 0,311119

Средняя абсолютная ошибка = 0,186722

Уравнение регрессионной модели:

y6 = 3,05801-0,226361\*x6 + 0,00748807\*x6^2

### у7 – уровень детской смертности

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y7 – уровень детской смертности

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -0,0410266 0,0306633 -1,33797 0,2105

Параметр 0,00063464 0,000226324 2,80412 0,0187

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00214823 1 0,00214823 7,86 0,0187

Остаток 0,00273205 10 0,000273205

Всего 0,00488028 11

Коэффициент корреляции = 0,663465

R2 = 44,0186 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0165289

Уравнение регрессионной модели:

y7 = 1/(-0,0410266 + 0,00063464\*x1)

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y7 – уровень детской смертности

Независимая переменная: x2 - количество больничных коек на 10000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -0,0215877 0,0344757 -0,626171 0,5452

Параметр 0,000628269 0,000326547 1,92398 0,0833

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00131847 1 0,00131847 3,70 0,0833

Остаток 0,00356181 10 0,000356181

Всего 0,00488028 11

Коэффициент корреляции = 0,519772

R2 = 27,0163 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0188728

Уравнение регрессионной модели:

y7 = 1/(-0,0215877 + 0,000628269\*x2)

Логарифмическая-X модель: Y = a + b\*ln(X)

Зависимая переменная: y7 – уровень детской смертности

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -269,576 49,006 -5,50088 0,0003

Параметр 53,6919 8,81236 6,0928 0,0001

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 1784,25 1 1784,25 37,12 0,0001

Остаток 480,641 10 48,0641

Всего 2264,89 11

Коэффициент корреляции = 0,887573

R2 = 78,7786 процента

Стандартная ошибка оценки = 6,93283

Уравнение регрессионной модели:

y7 = -269,576 + 53,6919\*ln(x3)

Линейная модель: Y = a + b\*X

Зависимая переменная: y7 – уровень детской смертности

Независимая переменная: x6 - количество человек на 1 транспортное средство

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 4,3102 11,0986 0,388356 0,7112

Параметр 1,38799 0,592398 2,343 0,0576

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 689,692 1 689,692 5,49 0,0576

Остаток 753,808 6 125,635

Всего 1443,5 7

Коэффициент корреляции = 0,691224

R2 = 47,7791 процента

Стандартная ошибка оценки = 11,2087

Уравнение регрессионной модели:

y7 = 4,3102 + 1,38799\*x6

### у8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных

Обратная-X модель: Y = a + b/X

Зависимая переменная: y8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных

Независимая переменная: x1 - расходы на здравоохранение на душу населения, $

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -69,5556 32,3098 -2,15277 0,0568

Параметр 15658,5 4147,64 3,77528 0,0036

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 5104,94 1 5104,94 14,25 ,0036

Остаток 3581,72 10 358,172

Всего 8686,67 11

Коэффициент корреляции = 0,7666

R2 = 58,7676 процента

Стандартная ошибка оценки = 18,9254

Уравнение регрессионной модели:

y8 = -69,5556 + 15658,5/x1

Обратная-Y модель: Y = 1/(a + b\*X)

Зависимая переменная: y8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных

Независимая переменная: x2 - количество больничных коек на 10000 человек

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член -0,0330403 0,0215962 -1,52991 0,1570

Параметр 0,000574993 0,000204555 2,81095 0,0184

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 0,00110434 1 0,00110434 7,90 0,0184

Остаток 0,00139765 10 0,000139765

Всего 0,002502 11

Коэффициент корреляции = 0,664368

R2 = 44,1385 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,0118222

Уравнение регрессионной модели:

y8 = 1/(-0,0330403 + 0,000574993\*x2)

Модель S-кривой: Y = exp(a + b/X)

Зависимая переменная: y8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных

Независимая переменная: x3 - количество человек на 1 врача

 Стандартная T р-

Параметр Оценка ошибка критерий значение

Свободный член 5,60136 0,626614 8,93909 0,0000

Параметр -462,328 154,82 -2,98623 0,0137

Дисперсионный анализ

Источник Сумма Число Среднее F- р-

квадратов значений квадратов критерий значение

Модель 1,82377 1 1,82377 8,92 0,0137

Остаток 2,04514 10 0,204514

Всего 3,86891 11

Коэффициент корреляции = -0,686579

R2 = 47,139 процента

Стандартная ошибка оценки = 0,452233

Уравнение регрессионной модели:

y8 = exp(5,60136 - 462,328/x3)

Результаты анализа регрессии:

Пары переменных, ранжированные в порядке увеличения р-значения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Переменные | р-значение |
| зависимые | независимые |
| 1 | у3 | х3 | 0,0000 |
| 2 | у7 | х3 | 0,0001 |
| 3 | у5 | х3 | 0,0002 |
| 4 | у6 | х3 | 0,0004 |
| 5 | у3 | х6 | 0,0023 |
| 6 | у5 | х6 | 0,0027 |
| 7 | у1 | х3 | 0,0030 |
| 8 | у8 | х1 | 0,0036 |
| 9 | у3 | х1 | 0,0039 |
| 10 | у4 | х2 | 0,0045 |
| 11 | у5 | х1 | 0,0051 |
| 12 | у4 | х6 | 0,0099 |
| 13 | у4 | х3 | 0,0111 |
| 14 | у6 | х6 | 0,0134 |
| 15 | у8 | х3 | 0,0137 |
| 16 | у8 | х2 | 0,0184 |
| 17 | у4 | х1 | 0,0185 |
| 18 | у7 | х1 | 0,0187 |
| 19 | у2 | х5 | 0,0311 |
| 20 | у6 | х1 | 0,0354 |
| 21 | у3 | х2 | 0,0513 |
| 22 | у5 | х2 | 0,0552 |
| 23 | у7 | х6 | 0,0576 |
| 24 | у7 | х2 | 0,0833 |

Т.о. среди 6 независимых переменных наиболее значимой оказалась х3 (количество человек на 1 врача). От этого критерия зависит рождаемость, естественный прирост населения, а также уровень детской смертности.

Не было выявлено практически никакой зависимости от переменной х4 (обеспеченность водой на душу населения).

## Результаты анализа статистических данных

Итогом проведенной работы являются следующие результаты:

у1 – средняя продолжительность жизни женщин в большей степени зависит от х3 – количество человек на 1 врача.

у2 – средняя продолжительность жизни мужчин в большей степени зависит от х5 – протяженность автомобильных дорог, км.

у3 – рождаемость на 1000 человек в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача.

у4 – Смертность на 1000 человек в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача;

х6 – количество человек на 1 транспортное средство.

у5 – коэффициент естественного прироста на 1000 человек в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача;

х6 – количество человек на 1 транспортное средство.

у6 – уровень рождаемости в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х3 – количество человек на 1 врача;

х6 – количество человек на 1 транспортное средство.

у7 – уровень детской смертности в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача;

х6 – количество человек на 1 транспортное средство.

у8 – смертность детей до 5 лет на 1000 рожденных в большей степени зависит от:

х1 – расходы на здравоохранение на душу населения, $;

х2 – количество больничных коек на 10000 человек;

х3 – количество человек на 1 врача.

## Заключение

Наибольшая зависимость наблюдается между переменными:

рождаемость на 1000 человек и количество человек на 1 врача;

уровень детской смертности и количество человек на 1 врача;

коэффициент естественного прироста на 1000 человек и количество человек на 1 врача;

уровень рождаемости, человек в год и количество человек на 1 врача.

Т.о. среди 6 независимых переменных наиболее значимой оказалась х3 (количество человек на 1 врача). От этого критерия зависит рождаемость, естественный прирост населения, а также уровень детской смертности.

По итогам проведенного анализа наибольший вклад в состояние здоровья населения вносят следующие показатели (в порядке уменьшения влияния):

количество человек на 1 врача;

расходы на здравоохранение на душу населения, $;

количество человек на 1 транспортное средство;

количество больничных коек на 10000 человек;

протяженность автомобильных дорог, км.

Не было выявлено практически никакой зависимости от переменной х4 (обеспеченность водой на душу населения).

## Список литературы

1. Стрельцов А.Б., Логинов А.А., Лыков И.Н., Коротких Н.В. Очерк экологии города Калуги. – Калуга, Калужская типография стандартов, 2000.
2. Корчагин В.А., Филоненко Ю.Я. Экологические аспекты автомобильного транспорта. Учебное пособие. − М.: Изд.-во МНЭПУ, 1997.− 100 с.
3. http://www.rusnauka.com/TIP/All/Ecology/2.html