pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Анализ человеческого капитала

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Шончалай Чудурукпаевна СОЯН [a,•],

Оргаадай Евгеньевна ТУТАТЧИКОВА [b]

[a] кандидат экономических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории региональной экономики,
Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов
Сибирского отделения Российской академии наук (ТувИКОПР СО РАН),
Кызыл, Российская Федерация
Soyan77@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5734-0482
SPIN-код: 6653-7675

[b] студентка экономического факультета,
Тувинский государственный университет (ТувГУ),
Кызыл, Российская Федерация
orgaadai2016@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

[•] Ответственный автор

История статьи:
Рег. № 231/2021
Получена 22.04.2021
Получена в доработанном виде 13.05.2021
Одобрена 04.06.2021
Доступна онлайн 29.07.2021

УДК 314.17, 311.314
JEL: C53, J11, R11

Ключевые слова:
демография, корреляционно-регрессионный анализ, численность населения, прогноз, Республика Тыва

Аннотация

Предмет. Прогноз численности населения Республики Тыва на краткосрочную перспективу на основе корреляционно-регрессионного анализа.

Цели. Прогнозирование численности населения Республики Тыва на основе корреляционно-регрессионного анализа.

Методология. В процессе исследования численности населения и факторов, влияющих на него, использовался корреляционно-регрессионный анализ – один из методов многомерного статистического анализа, в котором форма и интенсивность связи представлены в формализованном виде, то есть в виде математических уравнений и формул. Применены также методы сравнения, динамики, методы табличной и графической визуализации результатов исследования.

Результаты. Корреляционно-регрессионный анализ дал конкретные прогнозные данные численности населения Республики Тыва на 2020 г., что очень близко к фактической численности населения за тот же год. А наибольшая теснота связи выявлена между численностью населения и его рождаемостью. Анализ показателей динамики выявил, что численность населения Тувы увеличивается с каждым годом, несмотря на снижение показателей рождаемости и неустойчивую тенденцию смертности населения. Оценены параметры уравнения регрессии, которое описывает взаимосвязь между рождаемостью, смертностью, миграцией и результативным признаком – численностью населения. Произведена оценка тесноты связи между признаками. Полученные результаты оценки численности населения Республики Тыва могут быть учтены при разработке программ демографической политики, социально-экономического развития территории, улучшения уровня и качества жизни населения региона.

Выводы. При прогнозировании какого-либо экономического и

неэкономического явления существует также фактор, влияющий на данное явление, поэтому использование корреляционно-регрессионного анализа послужит достаточно надежной методикой решения подобных задач. В процессе исследования выявлены значимые факторы, которые влияют на рост или снижение численности населения региона.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Соян Ш.Ч., Тутатчикова О.Е. Прогнозирование численности населения Республики Тыва на основе корреляционно-регрессионного анализа // Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – Т. 20, № 7. – С. 1278 – 1295.
https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1278

Исторически сложилось, что исследования корреляции сначала стали проводиься в области естественных наук, прежде всего в биологии[1] и лишь позднее применение методов корреляционного анализа распространились и на экономику[2]. Понятие «корреляция» появилось в середине XIX в., благодаря работам Фрэнсиса Гальтона и Карла Пирсона. Они применили для корреляции следующую форму записи: *co-relation* (связь, соотношение), *to regress* (двигаться в обратном направлении). Понятие регрессии, применяемое вначале только для процессов с тенденцией сдвигаться в направлении к среднему, с течением времени все более обобщалось и сегодня служит для характеристики односторонней стохастической зависимости (связь между величинами, при которой одна случайная величина y реагирует на изменение другой величины x). Многие исследователи методы корреляционно-регрессионного анализа успешно применяют в прогнозировании различных социально-экономических явлений и процессов [1–8].

Сущность корреляционного анализа состоит в определении коррелированности (связанности) результатов экспериментов исследуемых факторов. Суть регрессионного анализа состоит в нахождении наиболее важных факторов, которые влияют на зависимую переменную.

Существуют парная регрессия и множественная. В данном случае используется множественная регрессия (два и более факторных признака). Исследования в рамках зависимой переменной y и независимых переменных x проводят, как правило, с привлечением методов корреляционного анализа[3]. Формула множественной регрессии:

[1] Работы Ф. Гальтона «Исследование человеческих способностей и их развитие», «Наследственность таланта, законы и последствия».

[2] См., например: *Андерсон Т.* Введение в многомерный статистический анализ. М.: Физматгиз, 1963. 500 с.; *Пирсон К.* Таблицы неполной бета-функции. М.: ВЦ АН СССР, 1974. 538 с.; *Кендалл М., Стьюарт А.* Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 736 с.; *Болч Б., Хуань К.* Многомерные статистические методы для экономики. М.: Статистика, 1979. 317 с.; *Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д.* Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 472 с.; *Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1986. 351 с.; *Айвазян С.А., Мхитарян В.С.* Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: ЮНИТИ, 1998. 1022 с.

[3] *Андерсон Т.* Введение в многомерный статистический анализ. М.: Физматгиз, 1963. 500 с.

$$\widehat{y}_x = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots + a_k x_k, \quad (1)$$

где a_0,..., a_k – параметры модели.

Применение множественной регрессии позволяет исследователю ответить на вопрос, насколько хорошо оцененное уравнение аппроксимирует данные и есть ли линейная связь, а также дает возможности к прогнозированию.

Нами исследовались численность населения Республики Тыва как зависимый фактор *y*, рождаемость, смертность и миграция населения Республики Тыва как независимые факторы *x*. Все исследования проводились за период с 2009 по 2019 г., а прогноз составлялся на 2020 г.

В первую очередь необходимо изучить динамику численности населения за 2009–2019 гг., затем провести аналогичный анализ рождаемости, смертности и миграции (*табл. 1–4*).

За весь исследуемый период в численности населения Республики Тыва замечен постоянный рост. Самый большой прирост по сравнению с предыдущим годом произошел в 2018 г. (темп прироста составил 1), а самый низкий прирост был зафиксирован в 2011 г. (темп прироста составил 0,3). В целом за весь период численность населения республики увеличилась на 19 117 чел.

Следующим шагом к прогнозированию является исследование рождаемости населения Республики Тыва. С помощью показателей динамики было выявлено, что рождаемость в республике имеет тенденцию к снижению. С 8 242 чел. в 2009 г. рождаемость за 10 лет сократилась до 6 046 чел., то есть на 2 196 чел. Увеличение было зафиксировано до 2011 г., затем пошла только отрицательная динамика, минимум которой был в 2016 г. (–120 чел.), а максимум достиг по сравнению с предыдущим годом в 2019 г. (–491 чел.).

Далее проанализируем статистические данные смертности населения республики за тот же период. В целом количественные данные с 2009 по 2019 г. уменьшились с 3 666 до 2 704 чел (на 962 чел). Цепной абсолютный прирост показывает, что большой скачок в сокращении смертности произошел в 2017 г., смертность сократилась на 334 чел, достигнув отметки 2 782, затем увеличившись на 74 чел и снова сократившись на 152, достигнув последней отметки за исследуемый период (2 704 чел за год).

Далее исследуем движения внешней миграции. Внешняя миграция населения Республики Тыва имеет разную направленность. Больше всего выбыло из региона в 2011 г. (–3 860 чел.), абсолютный прирост по сравнению с предыдущим годом составил 2 109 чел. Далее все пошло к постепенному спаду и к 2019 г. внешняя миграция составила всего 382 чел. за год.

По итогу было зафиксировано, что смертность и миграция населения Республики Тыва сокращаются, достигнув своих минимумов, однако рождаемость показала постепенное сокращение, но ежегодный прирост численности населения все же происходит.

Следующей задачей является определение наиболее значимого из данных факторов, влияющих на численность населения Республики Тыва.

Уравнение множественной регрессии позволяет установить, в каком направлении и на какую величину изменится результативный показатель при изменении каждого фактора, входящего в модель.

Существуют различные способы вычисления параметров уравнения регрессии, но наиболее простым и точным является способ с использованием программы Excel и команды «Регрессия». Использование данной команды дает подробный и быстрый вывод итогов регрессионного анализа, с помощью которого можно составить уравнение по формуле (1). Таким образом, уравнение множественной линейной регрессии численности населения Республики Тыва и таких факторов, как рождаемость, смертность и миграция, имеет вид:

$$\hat{y}_x = 378\,996,22 - 6,413x_1 - 5,83x_2 - 0,973x_3. \quad (2)$$

Далее с помощью коэффициентов эластичности необходимо отобрать наиболее значимые факторные признаки. Коэффициент эластичности находится по формуле

$$E_{xi} = a_i \frac{\overline{x}_i}{\overline{y}}. \quad (3)$$

Здесь в числителе – среднее значение независимого признака i, в знаменателе – среднее значение результативного признака.

$$E_1 = -6,413 \frac{7\,612,364}{313\,312,55} = -0,156; \quad (4)$$

$$E_2 = -5,83 \frac{3\,239,455}{313\,312,55} = -0,0603; \quad (5)$$

$$E_3 = 0,973 \frac{2\,071,818}{313\,312,55} = -0,0064. \quad (6)$$

Из вычисленных коэффициентов эластичности наибольшим является –0,156 (x_1 – рождаемость). Это означает, что на 15,6% изменяется результативный признак y при изменении факторного признака x_1 на 1%.

После нахождения коэффициента эластичности можно рассмотреть команду «Корреляция» в Excel, где будет показана теснота связи не только между результативным y (численность населения) и другими факторами, но и между самими факторами (рождаемость, смертность и миграция населения), что в дальнейшем поможет найти бета-коэффициенты (*рис. 1*).

По команде «Корреляция» была предоставлена матрица тесноты факторов (x_1 – рождаемость, x_2 – смертность, x_3 – миграция населения Республики Тыва). Теснота связи между численностью населения и рождаемостью наибольшая, и она равняется 0,977, что означает, что связь сильная, однако она также является и отрицательной, то есть обратной. Почти такая же сильная связь существует между численностью и смертностью населения, она тоже является обратной. Связь между численностью населения и его миграцией является средней (умеренной), но прямой.

Тесноту совместного влияния факторов на результат оценивает индекс множественной корреляции. В отличии от парного коэффициента корреляции, который может принимать отрицательные значения, он принимает значения от 0 до 1. Коэффициент множественной корреляции R – равен 0,9954 (*табл. 5*), то есть в 99,5% случаев изменения x приводят к изменению y. Это означает, что связь между признаком y и факторами x_i сильная. Также есть R^2 – коэффициент детерминации, равный 0,991, который дает более объективную оценку коэффициенту множественной корреляции. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем больше уравнение регрессии объясняет поведение y.

Для проверки общего качества уравнения регрессии используют F-критерий Фишера:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2}\frac{n-k-1}{k} = \frac{0,991}{1-0,991}\frac{11-3-1}{3} = 249,4. \quad (7)$$

Табличное значение при степенях свободы:

$$k_1 = 3 \text{ и } k_2 = n - m - 1 = 11 - 3 - 1 = 7; \quad (8)$$

$$F_{kp} = 4,35 < F. \quad (9)$$

Коэффициент детерминации значим и уравнение регрессии надежно.

Экономическая интерпретация параметров уравнения: увеличение рождаемости на 1 ед. изм. приводит к уменьшению y в среднем на 6,413 ед. изм.; увеличение смертности на 1 ед. изм. приводит к уменьшению y в среднем на 5,83 ед. изм.; увеличение внешней миграции на 1 ед. изм. приводит к увеличению y в среднем на 0,973 ед. изм. По максимальному коэффициенту фактора 6,413 делаем вывод, что наибольшее влияние на результат y оказывает фактор x_1.

Далее с помощью полученного уравнения множественной регрессии можно осуществить и прогнозирование численности населения республики. Ведь расчеты и проверка достоверности полученных оценок коэффициентов регрессии не являются самоцелью. Это лишь необходимый промежуточный этап. Основное – это использование модели для анализа и прогноза поведения изучаемого экономического явления.

Экономическое прогнозирование на основе построенного уравнения предполагает, что сохраняются ранее существовавшие взаимосвязи переменных и на дальнейший период.

Для прогнозирования зависимой переменной результативного признака необходимо знать прогнозные значения всех входящих в модель факторов. Прогнозные значения факторов подставляют в модель и получают точечные прогнозные оценки изучаемого показателя. На практике в дополнение к точечному прогнозу желательно определить границы возможного изменения прогнозируемого показателя.

Прогнозируемое значение переменной y получается при подстановке в уравнение регрессии ожидаемой величины фактора x:

$$\hat{y}_{\text{прогн}} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_{\text{прогн}}. \tag{10}$$

Значение $x_{\text{прогн}}$ не должно заметно отличаться от значений, входящих в выборку, по которой вычислено уравнение регрессии.

Вероятность реализации точечного прогноза теоретически равна нулю. Поэтому рассчитывается средняя ошибка, или доверительный интервал, прогноза с достаточно большой надежностью:

$$\hat{y}_{\text{прогн}} = 378\,996{,}2 - 6{,}413 x_{1\text{прогн}} - 5{,}83 x_{2\text{прогн}} + 0{,}973 x_{3\text{прогн}}. \tag{11}$$

Определим доверительные интервалы коэффициентов регрессии, которые с надежностью 95% будут следующими:

$$(a_i - t_i S_{ai};\ a_i + t_i S_{ai}), \tag{12}$$

где S_{ai} – стандартная ошибка показателя.

Но прежде необходимо рассчитать t-критерий Стьюдента:

$$t_j = T_{\text{табл}}\,(n - k - 1;\ \alpha) = (11 - 3 - 1;\ 5\%) = (7;\ 0{,}05) = 2{,}365. \tag{13}$$

Расчет доверительных интервалов, в пределах которых будут находиться параметры уравнения множественной регрессии:

$$a_0 : (378\,996{,}22 - 2{,}365 \cdot 2\,989{,}196;\ 378\,996{,}22 + 2{,}365 \cdot 2\,989{,}196) = \\ = (371\,826{,}771;\ 386\,065{,}668); \quad (14)$$

$$a_1 : (-6{,}413 - 2{,}365 \cdot 1{,}101;\ -6{,}413 + 2{,}365 \cdot 1{,}101) = (-8{,}802;\ -4{,}024); \quad (15)$$

$$a_2 : (-5{,}83 - 2{,}365 \cdot 2{,}157;\ -5{,}83 + 2{,}365 \cdot 2{,}157) = (-10{,}931;\ -0{,}729); \quad (16)$$

$$a_3 : (-0{,}973 - 2{,}365 \cdot 0{,}339;\ -0{,}973 + 2{,}365 \cdot 0{,}339) = (-1{,}775;\ -0{,}171). \quad (17)$$

Для проверки данных расчетов необходимо найти коэффициенты примерных значений факторов выборки на 2020 г. Данные должны быть адекватными и учитывать предыдущие значения выборки и их направления изменения (*табл. 6*).

Выберем примерные прогнозируемые значения всех факторов. Значение рождаемости пусть будет равно 5 800 чел. (предыдущий показатель равен 6 046 чел.), смертности – 2 600 чел. (предыдущий показатель равен 2 704 чел.), а численность миграции будет равна –200 чел. (предыдущий показатель равен –382 чел.) (*табл. 6*). Было учтено, что все факторы постепенно идут на спад.

Чтобы составить регрессионный анализ, необходимо значение еще одного показателя – $y_{\text{прогн}}$. Каждый регрессионный анализ требует наличия зависимой и независимой переменных, поэтому следующей задачей является нахождение будущей численности населения Республики Тыва. Для этого используем формулу (11) множественной регрессии и подставим в неизвестные показатели спрогнозированных факторов:

$$\hat{y}_{\text{прогн}} = 378\,996{,}22 - 6{,}413 \cdot 5\,800 - 5{,}83 \cdot 2\,600 + 0{,}973(-200) = 326\,837{,}42.$$

Таким образом, 326 837 чел. – прогнозируемая численность населения в 2020 г., исходя из спрогнозированных данных рождаемости, смертности и миграции населения. Но данное значение высчитано без учета стандартной ошибки (*табл. 5*), которая равна 709,6 (≈ 710). Отсюда следует, что 326 837 ± 710 = 327 547 чел., или 326 127 чел. будет в 2020 г.

После этого, уже используя примерные прогнозированные данные всех $x_{i\text{прогн}}$ и $y_{\text{прогн}}$, составим новый регрессионный анализ (*табл. 7*), коэффициенты которого будут сравниваться с представленными доверительными интервалами по формулам (14)–(17).

Мы можем проверить верность вычислений с помощью ранее составленных доверительных интервалов:

$$a_0 = 380\,989 \in (371\,926,771; 386\,065,668);$$

$$a_1 = -6,69 \in (-8,802; -4,024);$$

$$a_2 = -5,5 \in (-10,931; -0,729);$$

$$a_3 = -1,01 \in (-1,775; -0,171).$$

Все коэффициенты факторов входят в доверительные интервалы, это говорит о том, что вычисления произведены верно.

На *рис. 2* с помощью точечной диаграммы и линий тренда можно видеть движение факторов. О силе связи можно судить по тому, насколько тесно расположены точки-объекты около линии регрессии – чем ближе точки к линии, тем сильнее связь.

Сначала рассмотрим динамику с 2009 по 2019 г. В этот период рождаемость, смертность и миграционная убыль снижаются. Также можно видеть, что линия тренда и точки-объекты находятся в большой близости друг от друга, это свидетельствует о сильной связи.

Дополним диаграмму спрогнозированными данными факторов на 2020 г. (*рис. 3*). Здесь линия тренда не поменяла своего направления и точки-объекты прямо идут за линией.

Линии тренда – самые старые и универсальные инструменты технических аналитиков, с помощью которых можно выявить направление движения и определить, насколько силен или слаб текущий тренд. Они представляют собой геометрические отображения средних значений анализируемых показателей. Самая важная характеристика линии тренда – это величина ее угла.

На 1 января 2020 г. численность населения Республики Тыва, по данным Росстата, составляла 327 383 чел. А выполненное прогнозирование численности населения Республики Тыва на основе корреляционно-регрессионного анализа на 2020 г. дало следующий результат: 326 837 чел. + стандартная ошибка (710 чел.) = 327 547 чел. Отклонение между фактом и прогнозом равно всего 164 чел., поэтому можно утверждать, что прогноз произведен верно.

Население Республики Тыва продолжает увеличиваться и использование корреляционно-регрессионного анализа помогло доказать существование связи между факторами и их влияние на другие показатели, после чего стало осуществимо и прогнозирование.

Таким образом, корреляционно-регрессионный анализ является наиболее широко распространенным и гибким приемом обработки статистической информации. Сложным этапом, завершающим регрессионный анализ, является интерпретация

полученных результатов, то есть перевод их с языка статистики и математики на язык экономики. И следует заметить, что традиционные методы корреляции и регрессии широко представлены в разного рода статистических пакетах программ для ЭВМ. Исследователю остается только правильно подготовить информацию, выбрать удовлетворяющий требованиям анализа пакет программ и быть готовым к интерпретации полученных результатов.

Таблица 1
Динамика численности населения Республики Тыва за 2009–2019 гг.

Table 1
Changes in the population of the Tyva Republic in 2009–2019

Год	Численность населения, чел.	Абсолютный прирост, чел.		Темпы роста		Темпы прироста	
		базис	цепные	базис	цепные	базис	цепные
2009	305 306	–	–	–	–	–	–
2010	307 323	2 017	2 017	100,7	100,7	0,7	0,7
2011	308 132	2 826	809	100,9	100,3	0,9	0,3
2012	309 347	4 041	1 215	101,3	100,4	1,3	0,4
2013	310 460	5 154	1 113	101,7	100,4	1,7	0,4
2014	311 761	6 455	1 301	102,1	100,4	2,1	0,4
2015	313 777	8 471	2 016	102,8	100,6	2,8	0,6
2016	315 637	10 331	1 860	103,4	100,6	3,4	0,6
2017	318 550	13 244	2 913	104,3	100,9	4,3	0,9
2018	321 722	16 416	3 172	105,4	101	5,4	1
2019	324 423	19 117	2 701	106,3	100,8	6,3	0,8

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 2
Динамика рождаемости населения Республики Тыва за 2009–2019 гг.

Table 2
Changes in the fertility in the Tyva Republic in 2009–2019

Год	Рождаемость населения, чел.	Абсолютный прирост, чел.		Темпы роста		Темпы прироста	
		базис	цепные	базис	цепные	базис	цепные
2009	8 242	–	–	–	–	–	–
2010	8 262	20	20	100,2	100,2	0,2	0,2
2011	8 478	236	216	102,9	102,6	2,9	2,6
2012	8 266	24	–212	100,3	97,5	0,3	–2,5
2013	8 111	–131	–155	98,4	98,1	–1,6	–1,9
2014	7 921	–321	–190	96,1	97,7	–3,9	–2,3
2015	7 492	–750	–429	90,9	94,6	–9,1	–5,4
2016	7 372	-870	–120	89,4	98,4	–10,6	–1,6
2017	7 009	–1 233	–363	85	95,1	–15	–4,9
2018	6 537	–1 705	–472	79,3	93,3	–20,7	–6,7
2019	6 046	–2 196	–491	73,4	92,5	–26,6	–7,5

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 3
Динамика смертности населения Республики Тыва за 2009–2019 гг.

Table 3
Changes in the mortality in the Tyva Republic in 2009–2019

Год	Смертность населения, чел.	Абсолютный прирост, чел.		Темпы роста		Темпы прироста	
		базис	цепные	базис	цепные	базис	цепные
2009	3 666	–	–	–	–	–	–
2010	3 566	–100	–100	97,3	97,3	–2,7	–2,7
2011	3 403	–263	–163	92,8	95,4	–7,2	–4,6
2012	3 471	–195	68	94,7	102	–5,3	2
2013	3 399	–267	–72	92,7	97,9	–7,3	–2,1
2014	3 419	–247	–20	93,3	100,6	–6,7	0,6
2015	3 252	–414	–167	88,7	95,1	–11,3	–4,9
2016	3 116	–550	–136	85	95,8	–15	–4,2
2017	2 782	–884	–334	75,9	89,3	–24,1	–10,7
2018	2 856	–810	74	77,9	102,7	–22,1	2,7
2019	2 704	–962	–152	73,8	94,7	–26,2	–5,3

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 4
Динамика внешней миграции населения Республики Тыва за 2009–2019 гг.

Table 4
Changes in the external migration in the Tyva Republic in 2009–2019

Год	Миграция населения, чел.	Абсолютный прирост, чел.		Темпы роста		Темпы прироста	
		базис	цепные	базис	цепные	базис	цепные
2009	1 460	–	–	–	–	–	–
2010	1 751	291	291	119,9	119,9	19,9	19,9
2011	3 860	2 400	2 109	264,4	220,4	164,4	120,4
2012	3 682	2 222	–178	252,2	95,4	152,2	–4,6
2013	3 411	1 951	–271	233,6	92,6	133,6	–7,4
2014	2 486	1 026	–925	170,3	72,9	70,3	–27,1
2015	2 380	920	–106	163	95,7	63	–4,3
2016	1 343	–117	–1 037	92	56,4	-8	–43,6
2017	1 055	–405	–288	72,3	78,6	–27,7	–21,4
2018	980	–480	–75	67,1	92,9	–32,9	–7,1
2019	382	–1 078	–598	26,2	39	–73,8	–61

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 5
Результаты регрессионного анализа за 2009–2020 гг.

Table 5
The results of regression analysis for 2009–2020

Показатель	**Значение**	***df***	***SS***
Множественный *R*	0,9954	–	–
R-квадрат	0,991	–	–
Нормированный *R*-квадрат	0,987	–	–
Стандартная ошибка	709,629	–	–
Наблюдения	11	–	–
Регрессия	–	3	376 773 180,9
Остаток	–	7	3 525 017,811
Итого	–	10	380 298 198,7
Y-пересечение (численность населения)	378 996,22 (2 989,196)	–	–
x_1 (рождаемость населения)	–6,413 (1,101)	–	–
x_2 (смертность населения)	–5,83 (2,1565)	–	–
x_3 (миграция населения)	–0,973 (0,3394)	–	–

Примечание. В скобках – стандартная ошибка.
Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 6
Динамика численности, рождаемости, смертности и миграции населения за 2009–2019 гг. с добавлением спрогнозированных данных за 2020 г., чел.

Table 6
Changes in the population, fertility, mortality and migration for 2009–2019 with added predicted data for 2020, number of people

Год	**Численность населения *y***	**Рождаемость населения x_1**	**Смертность населения x_2**	**Миграция населения x_3**
2009	305 306	8 242	3 666	–1 460
2010	307 323	8 262	3 566	–1 751
2011	308 132	8 478	3 403	–3 860
2012	309 347	8 266	3 471	–3 682
2013	310 460	8 111	3 399	–3 411
2014	311 761	7 921	3 419	–2 486
2015	313 777	7 492	3 252	–2 380
2016	315 637	7 372	3 116	–1 343
2017	318 550	7 009	2 782	–1 055
2018	321 722	6 537	2 856	–980
2019	324 423	6 046	2 704	–382
2020 (прогноз)	327 383	5 900	2 600	–200

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Таблица 7
Результаты регрессионного анализа за 2019–2020 гг.

Table 7
The results of regression analysis for 2019–2020

Показатель	**Значение**	***df***	***SS***
Множественный *R*	0,996	–	–
R-квадрат	0,993	–	–
Нормированный *R*-квадрат	0,991	–	–
Стандартная ошибка	691,419	–	–
Наблюдения	12	–	–
Регрессия	–	3	562 208 443,3
Остаток	–	8	3 824 476,919
Итого	–	11	566 032 920,3
Y-пересечение (численность населения)	380 115,197 (2 546,31)	–	–
x_1 (рождаемость населения)	–6,69 (1,014)	–	–
x_2 (смертность населения)	–5,535 (2,068)	–	–
x_3 (миграция населения)	–1,011 (0,327)	–	–

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Рисунок 1
Результаты корреляционного анализа факторов за 2019–2020 гг.

Figure 1
The results of the correlation analysis of factors for 2019–2020

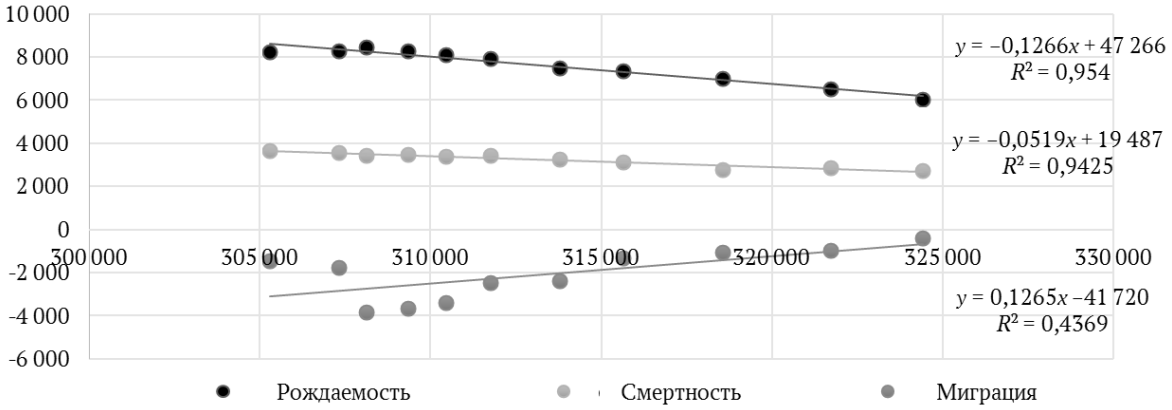
	y	x_1	x_2	x_3
y	**1**	–	–	–
x_1	–0,977	**1**	–	–
x_2	–0,971	0,936	**1**	–
x_3	0,661	–0,782	–0,635	**1**

Источник: авторская разработка по данным Красноярскстата

Source: Authoring, based on the Krasnoyarskstat data

Рисунок 2
Точечная диаграмма движения факторов с 2009 по 2019 г.

Figure 2
Scatter plot of factor movements from 2009 to 2019

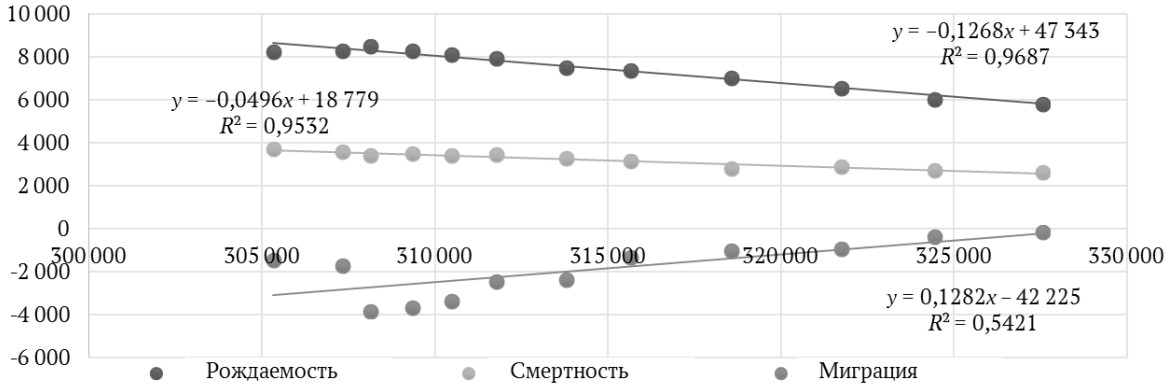


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3
Точечная диаграмма движения факторов с 2009 по 2020 г.

Figure 3
Scatter plot of factor movements from 2009 to 2020



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Гаджиев Н.Г., Исмиханов З.Н., Гаджиев Т.Н.* Модели для прогнозирования объемов налоговых поступлений в бюджет (на материалах Республики Дагестан) // Региональная экономика: теория и практика. 2007. № 4. С. 112–116. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-dlya-prognozirovaniya-obemov-nalogovyh-postupleniy-v-byudzhet-na-materialah-respubliki-dagestan

2. *Андреева Н.В., Червякова М.Ю.* Разработка методики прогнозирования с использованием корреляционно-регрессионного анализа // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 37. С. 38–45. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-prognozirovaniya-s-ispolzovaniem-korrelyatsionno-regressionnogo-analiza

3. *Темукуева Ж.Х.* Корреляционно-регрессионный анализ как индикатор отбора показателей при проведении факторного экономического анализа // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 19. С. 67–69. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionno-regressionnyy-analiz-kak-indikator-otbora-pokazateley-pri-provedenii-faktornogo-ekonomicheskogo-analiza

4. *Устинова Л.Н., Низамова А.Ш., Вирцев М.Ю.* Алгоритм прогнозирования стратегии инновационной деятельности предприятий // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. Вып. 11. С. 2111–2122. URL: https://doi.org/10.24891/ea.16.11.2111

5. *Иремадзе Э.О., Тиваненко А.О., Файрушин С.Ф.* Математический анализ и прогнозирование финансовых результатов с помощью корреляционно-регрессионного анализа // Теория и практика современной науки. 2018. № 6. С. 268–272.

6. *Краснопивцева Д.В., Сысоев Д.Д.* Роль корреляционно-регрессионного анализа в решении задач экономического анализа прогнозирования доходов федерального бюджета Российской Федерации // Международный академический вестник. 2020. № 2. С. 150–153.

7. *Тухбатуллин А.М., Сафин Л.Р., Шамсиев А.А.* Прогнозирование объема инвестиций в основной капитал на основе корреляционно-регрессионного анализа // Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 5. С. 246–250. URL: https://ores.su/media/filer_public/24/c4/24c45940-c4d9-4a18-b373-4edb340849d5/34_prognozirovanie_obema_investitsii_v_osnovnoi_kapital_na_osnove_korreliatsionno-regressionnogo_analiza.pdf

8. *Сидорова О.Е.* Подходы к прогнозированию размеров просроченной задолженности методом корреляционно-регрессионного анализа // Экономика и предпринимательство. 2020. № 11. С. 1155–1158.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Analysis of Human Capital

FORECASTING THE TYVA REPUBLIC POPULATION BASED ON THE CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS

Shonchalai Ch. SOYAN [a,•]

Orgaadai E. TUTATCHIKOVA [b]

[a] Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources
of Siberian Branch of RAS (TuvIENR SB RAS),
Kyzyl, Tyva Republic, Russian Federation
Soyan77@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5734-0482

[b] Tuvan State University (TuvSU),
Kyzyl, Tyva Republic, Russian Federation
orgaadai2016@yandex.ru
ORCID: not available

[•] Corresponding author

Article history:
Article No. 231/2021
Received 22 April 2021
Received in revised form
13 May 2021
Accepted 4 June 2021
Available online
29 July 2021

JEL classification: C53, J11, R11

Keywords: demography, correlation and regression analysis, population size, forecast

Abstract

Subject. The article deals with the forecast of the population of the Tyva Republic in the short term, based on correlation and regression analysis.

Objectives. The aim is to forecast the population of the Tyva Republic, using the correlation and regression analysis.

Methods. The study draws on the correlation and regression analysis, as one of the methods of multivariate statistical analysis, in which the form and intensity of relationship are presented in the form of mathematical equations and formulas. We also apply methods of comparison, dynamics, table and image format of visualization of the study results.

Results. The correlation and regression analysis provides forecast data relating to the population of the Tyva Republic for 2020, which is very close to the actual population for this year. The analysis of indicators for development of the population revealed an annual increase, despite the declining fertility rates and unstable trend in mortality. The paper estimates the parameters of the regression equation, which describes the relationship between fertility, mortality, migration and population size. The findings may help create programs for demographic policy, socio-economic development of the territory, improvement of living standards in the region.

Conclusions. The use of correlation and regression analysis will serve as a fairly reliable method to solve the problem. The study unveils significant factors that affect the growth or decline of population in the region.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Soyan Sh.Ch., Tutatchikova O.E. Forecasting the Tyva Republic Population Based on Correlation and Regression Analysis. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 7, pp. 1278–1295.
https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1278

References

1. Gadzhiev N.G., Ismikhanov Z.N., Gadzhiev T.N. [Models for forecasting the volume of tax revenues to the budget (based on the materials of the Republic of Dagestan]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2007, no. 4, pp. 112–116. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-dlya-prognozirovaniya-obemov-nalogovyh-postupleniy-v-byudzhet-na-materialah-respubliki-dagestan (In Russ.)

2. Andreeva N.V., Chervyakova M.Yu. [Development of technique of forecasting with use of the correlation and regression analysis]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 37, pp. 38–45. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-prognozirovaniya-s-ispolzovaniem-korrelyatsionno-regressionnogo-analiza (In Russ.)

3. Temukueva Zh.Kh. [Correlation and regression analysis as an indicator of the selection of criteria for factor analysis]. *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya = Problems of Modern Science and Education*, 2016, no. 19, pp. 67–69. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionno-regressionnyy-analiz-kak-indikator-otbora-pokazateley-pri-provedenii-faktornogo-ekonomicheskogo-analiza (In Russ.)

4. Ustinova L.N., Nizamova A.Sh., Virtsev M.Yu. [An algorithm to forecast a strategy of innovative activities of enterprises]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 11, pp. 2111–2122. (In Russ.) URL: https://doi.org/10.24891/ea.16.11.2111

5. Iremadze E.O., Tivanenko A.O., Fairushin S.F. [Mathematical Analysis and Forecasting Financial Results with Correlation and Regression Analysis]. *Teoriya i praktika sovremennoi nauki = Theory and Practice of Modern Science*, 2018, no. 6, pp. 268–272. (In Russ.)

6. Krasnopivtseva D.V., Sysoev D.D. [The role of correlation and regression analysis in solving problems of economic analysis of forecasting federal budget revenues of the Federal budget of the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyi akademicheskii vestnik*, 2020, no. 2, pp. 150–153. (In Russ.)

7. Tukhbatullin A.M., Safin L.R., Shamsiev A.A. [Forecasting of volumes of investment in the basic capital on the basis of correlation-regression analysis]. *Original'nye issledovaniya*, 2020, vol. 10, no. 5, pp. 246–250. (In Russ.) URL: https://ores.su/media/filer_public/24/c4/24c45940-c4d9-4a18-b373-4edb340849d5/34_prognozirovanie_obema_investitsii_v_osnovnoi_kapital_na_osnove_korreliatsionno-regressionnogo_analiza.pdf

8. Sidorova O.E. [Approaches to predicting the amount of overdue debt by the method of correlation-regression analysis]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2020, no. 11, pp. 1155–1158. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.