

АНАЛИЗ ЭКОНОМИКО–ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

А. Г. Зиновьев¹, И. Н. Дубина², Д. О. Тарасов²

¹Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
(Новосибирск, Россия)

В статье представлен анализ динамики основных экономических и демографических показателей Алтайского края за период 2000–2020 гг., определены тенденции их изменения, а также их взаимосвязанность. В качестве исследуемых переменных рассматривались показатели численности населения, число родившихся и умерших, прибывших и выбывших, средняя продолжительность жизни, среднедушевой доход, ВРП, ВРП на душу населения и др., а также соответствующие относительные и приведенные показатели. Для анализа использовались методы визуально-графического, корреляционного и многофакторного регрессионного анализа. Рассматривались свыше 20 статистических показателей демографического и социально-экономического развития региона за период 2000–2020 гг. В качестве базовой модели для регрессионного анализа использована модель на основе функции Кобба-Дугласа. На основе корреляционного анализа и пошаговой регрессии, с учетом оценки мультиколлинеарности и статистической значимости параметров модели, были отобраны три фактора для включения в эконометрическую модель, которые достаточно сильно и статистически значимо связаны с численностью населения: численность выбывшего населения, реальные среднедушевые доходы населения и валовый региональный продукт на душу населения в сопоставимых ценах. В результате сравнения обобщенного показателя эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения с показателем масштаба влияния факторов на это изменение сделан вывод о тенденции снижения численности населения региона за исследуемый период при увеличении масштаба социально-экономических факторов, что указывает на экстенсивное развитие экономики региона.

Ключевые слова: демографические и экономические показатели, корреляционно-регрессионный анализ, функция Кобба-Дугласа, Алтайский край.

ANALYSIS OF ECONOMIC AND DEMOGRAPHIC TRENDS IN ALTAI KRAI

A. G. Zinoviev¹, I. N. Dubina^{1,2}, D. O. Tarasov²

¹Altai State University (Barnaul, Russia)

²Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russia)

This paper presents the analysis of the dynamics of the main economic and demographic indicators of the Altai Territory of Russia (Altai Krai) for the period 2000–2020 and defines the trends in their change, as well as their interconnectedness. The studied variables included such indicators as the number of births and deaths, arrivals and departures, average life expectancy, average per capita income, GRP, GRP per capita, etc., as well as the corresponding relative indicators. For the analysis, the methods of visual-graphical, correlation, and multivariate nonlinear regression analysis were used. More than 20 statistical indicators of the demographic and socio-economic development of the region for the period 2000–2020 were considered. As a basic model for regression analysis, a model based on the Cobb-Douglas function was applied. On the basis of correlation analysis and stepwise regression, taking into account the assessment of multicollinearity and the statistical significance of the model parameters, three factors were selected for inclusion in the econometric model, which are quite strongly and statistically significantly related to the population size: the number of people who left, the real income per capita, and GRP per capita in comparable prices. As a result of comparing the generalized indicator of

the effectiveness of the influence of factors on the change in the total population with the indicator of the scale of the influence of factors on this change, it was concluded that there was a tendency for the population of the region to decrease over the study period with the increase in the scale of socio-economic factors, which indicates on the extensive development of the region's economy.

Keywords: demographic and economic indicators, correlation-regression analysis, Cobb-Douglas function, Altai Krai.

Введение. Динамика демографических процессов, происходящих в Алтайском крае на протяжении последних 20 лет, указывает на чрезвычайную актуальность анализа и решения проблемы депопуляции региона.

Алтайский край является типовым регионом России в отношении демографических процессов, за исключением миграционной составляющей. Происходит повторение общероссийских трендов, численность населения подчиняется воздействиям демографических волн. В то же время основным негативным отличием является принадлежность к группе регионов с устойчивым миграционным оттоком, что характерно для субъектов Сибирского федерального округа. При частичной компенсации миграции в другие регионы приезжающими из северных регионов страны и среднеазиатских республик СНГ происходит качественное замещение человеческого капитала: в число покидающих регион преимущественно входят граждане трудоспособного возраста (30–35 лет) с высшим образованием, в свою очередь, среди приезжающих много граждан старшей возрастной категории и работников низкой квалификации [1].

В Алтайском крае за период 2000–2010 гг. был сформирован регрессивный тип возрастной структуры населения, когорта пожилых людей непрерывно увеличивалась с 19,1 до 21,1% в общей численности населения.

Одной из существенных проблем для сохранения демографического потенциала Алтайского края является высокая смертность от внешних причин мужчин в возрасте 20–39 лет, то есть в трудоспособном и наиболее важном для демографии возрасте, связанная со смертями в результате ДТП, последствий употребления алкоголя, травм, криминала. Причинами данных явлений выступают низкий уровень заботы о собственном здоровье и высокая частота девиантного поведения.

Уровень простого воспроизводства населения обеспечивается лишь в некоторых сельских районах, причем в городах показатель числа рождений значительно ниже (коэффициенты рождаемости 1,239 и 1,896 для городского и сельского населения соответственно).

Особо стоит отметить степную зону Алтайского края, где кризисные явления в экономике

и, в частности, в области занятости и уровня заработных плат вызывают существенные потери численности населения. Наибольшие коэффициенты общей убыли населения зафиксированы в Курьинском (–25,6), Локтевском (–24,2), Суетском (–23,8), Третьяковском (–23,7), Усть-Пристанском (–3,4) и Угловском (–22,8) районах, что выражается как в значительном превышении смертности над рождаемостью, так и высоком миграционном оттоке. При этом Зональный, Крутихинский и Первомайский районы отличаются стабильной положительной динамикой численности населения.

В целом, снижение численности жителей сельской местности вызвано продолжающимися процессами урбанизации, а также смертностью населения, проживающего в условиях низкой доступности медицинской помощи, которые обусловлены географическими и инфраструктурными особенностями сельских районов.

Стоит отметить эффект от проведения общероссийской пронаталистской политики, выражающейся в выплате материнского капитала на первого и последующих детей, а также льготной ипотеке, направленных на перелом депопуляционного тренда, продолжающегося с 1996 года. Данные меры позволили увеличить число рождений с 10,1 на 1000 населения в 2006 г. (год введения материнского капитала) до 13,6 на 1000 населения в 2012 г. [2, 3].

Однако, по мнению ряда ученых, таких как С. В. Захаров, В. В. Бруснева, финансовое стимулирование рождаемости оказывает сравнительно небольшой эффект на общестрановые демографические тенденции. Гораздо большее значение имеют смены возрастных когорт, а также изменения в поведении населения, такие как перенос рождения первого ребенка на более поздний срок, что, как правило, способствует снижению количества рождений в семье.

В целом, тренд на снижение рождаемости в России совпадает с общеевропейскими явлениями. Так, к странам со снижением численности населения относятся Италия, Германия, Финляндия, Латвия.

Кроме того, в 2020 г. произошло резкое ускорение депопуляции края за счет увеличения смертности (на 5427 человек), вызванной пандемией коронавируса, и продолжения снижения рождаемости

(на 1245 человек), обусловленного старением населения, снижением темпов экономического роста и миграционными процессами [4].

В 2021 г. произошел очередной рост смертности в крае, которая достигла показателя в 43 тыс. человек и стала крупнейшей за последние 10 лет. Отмечается, что помимо пандемии коронавируса на данный результат оказало влияние снижение численности жителей детородного возраста [5].

Правительство Алтайского края на регулярной основе осуществляет ряд мер, направленных на развитие института семьи, повышение его роли в обществе, формирование благоприятной экономической и социокультурной среды для его развития. К числу таких мер относятся пять региональных проектов национального проекта «Демография», утвержденных на заседании Совета при Губернаторе Алтайского края по стратегическому развитию и приоритетным проектам 14 декабря 2018 года и реализующихся с 2019 года:

«Финансовая поддержка семей при рождении детей»;

«Содействие занятости женщин — создание условий дошкольного

образования для детей в возрасте до трех лет»;

«Старшее поколение»;

«Укрепление общественного здоровья»;

«Спорт — норма жизни».

К мерам популяризации образа семьи можно отнести совместный проект Минсоцзащиты и телеканала «Катунь 24» «Счастливые семьи Алтайского края» (2021–2022).

В проведенном исследовании проанализированы тренды основных демографических показателей Алтайского края с использованием математико-статистических методов (визуально-графического,

корреляционного, многофакторного регрессионного анализа) и функции Кобба-Дугласа.

Корреляционный и визуально-графический анализ. Исходной базой для анализа послужили абсолютные значения демографических и экономических показателей за период 2000–2020 гг.: (численность населения, число родившихся, число умерших, число прибывших, число выбывших, среднедушевые доходы, средняя продолжительность жизни, валовый региональный продукт (ВРП в текущих ценах) а также индекс потребительских цен и индекс-дефлятор. Данные получены из официальных ресурсов Росстата (www.gks.ru) и Алтайкрайстата (akstat.gks.ru).

Исходные данные переведены в соответствующие относительные и приведенные показатели (коэффициент рождаемости, коэффициент смертности, коэффициент прибытия, коэффициент выбытия, естественный прирост, коэффициент естественного прироста, механический прирост, коэффициент механического прироста, реальные среднедушевые доходы населения, ВРП на душу населения (в текущих ценах), ВРП (в сопоставимых ценах 2016 года), ВРП (в сопоставимых ценах) на душу населения.

На основе корреляционного анализа (корреляционная матрица с указанием значений и уровня статистической значимости коэффициентов приведена в таблице 1) и визуально-графического анализа можно сделать следующие выводы.

1. Наблюдается значимая обратная сильная связь между переменными pop (численность населения) и $year$ (год наблюдения) ($r = -0,97$, $p < 0,05$), то есть устойчивый, близкий к линейному, тренд снижения численности населения за рассматриваемый период (рис. 1).

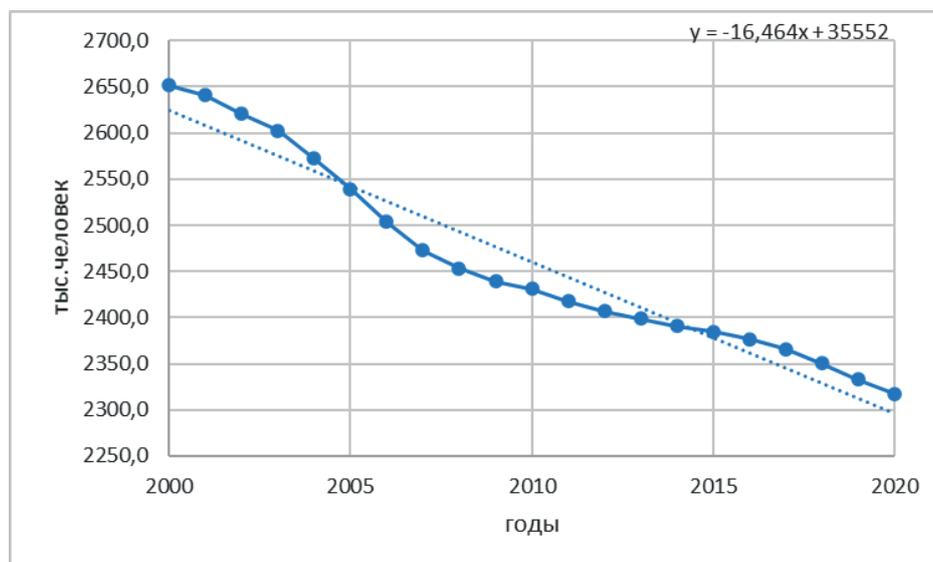


Рис. 1. Тренд и динамика численности населения

Таблица 1

**Корреляционная матрица исследуемых признаков
Статистическая значимость отмеченных коэффициентов ^(a) на уровне $p < 0,05$; $N = 21$**

god	1,000	-,971 ^a	-,151	-,781 ^a	,561 ^a	,560 ^a	,127	-,409	,667 ^a	,670 ^a	,364	,271	-,031	-,113	,991 ^a	-,819 ^a	,931 ^a	,991 ^a	,995 ^a	-,857 ^a	,993 ^a	,982 ^a	,986 ^a
nasel	-,971 ^a	1,000	-,005	,783 ^a	-,465 ^a	-,462 ^a	-,284	,390	-,582 ^a	-,584 ^a	-,478 ^a	-,385	,009	,092	-,947 ^a	,824 ^a	-,890 ^a	-,942 ^a	-,950 ^a	,802 ^a	-,946 ^a	-,986 ^a	-,986 ^a
rod	-,151	-,005	1,000	-,138	,025	,035	,960 ^a	-,210	,019	,027	,801 ^a	,839 ^a	-,063	-,064	-,160	,086	-,072	-,189	-,212	,125	-,228	-,115	-,126
umer	-,781 ^a	,783 ^a	-,138	1,000	-,683 ^a	-,664 ^a	-,361	,877 ^a	-,745 ^a	-,732 ^a	-,704 ^a	-,650 ^a	-,072	,010	-,818 ^a	,588 ^a	-,931 ^a	-,815 ^a	-,779 ^a	,775 ^a	-,773 ^a	-,743 ^a	-,750 ^a
prib	,561 ^a	-,465 ^a	,025	-,683 ^a	1,000	,988 ^a	,168	-,654 ^a	,990 ^a	,978 ^a	,431	,405	,009	-,050	,613 ^a	-,339	,689 ^a	,612 ^a	,582 ^a	-,612 ^a	,582 ^a	,459 ^a	,472 ^a
vyb	,560 ^a	-,462 ^a	,035	-,664 ^a	,988 ^a	1,000	,176	-,633 ^a	,981 ^a	,990 ^a	,427	,402	-,146	-,204	,608 ^a	-,387	,672 ^a	,609 ^a	,575 ^a	-,585 ^a	,574 ^a	,463 ^a	,474 ^a
krozhd	,127	-,284	,960 ^a	-,361	,168	,176	1,000	-,326	,193	,201	,907 ^a	,919 ^a	-,059	-,083	,114	-,143	,187	,085	,065	-,110	,048	,163	,153
ksmert	-,409	,390	-,210	,877 ^a	-,745 ^a	-,732 ^a	-,326	1,000	-,656 ^a	-,639 ^a	-,681 ^a	-,673 ^a	-,089	-,030	-,483 ^a	,247	-,691 ^a	-,482 ^a	-,420	,525 ^a	-,414	-,341	-,350
kpryby	,667 ^a	-,582 ^a	,019	-,745 ^a	,990 ^a	,981 ^a	,193	-,656 ^a	1,000	,991 ^a	,464 ^a	,426	-,005	-,071	,711 ^a	-,443 ^a	,770 ^a	,709 ^a	,683 ^a	-,683 ^a	,683 ^a	,575 ^a	,588 ^a
kvyby	,670 ^a	-,584 ^a	,027	-,732 ^a	,990 ^a	,990 ^a	,201	-,639 ^a	1,000	,462 ^a	,426	-,140	-,206	-,206	,710 ^a	-,490 ^a	,758 ^a	,711 ^a	,681 ^a	-,664 ^a	,679 ^a	,584 ^a	,594 ^a
eprir	,364	-,478 ^a	,801 ^a	-,704 ^a	,431	,427	,907 ^a	-,681 ^a	,464 ^a	,462 ^a	1,000	,995 ^a	-,002	-,052	,380	-,295	,512 ^a	,357	,319	-,379	,304	,367	,363
keprir	,271	-,385	,839 ^a	-,650 ^a	,405	,402	,919 ^a	-,673 ^a	,426	,424	,995 ^a	1,000	-,009	-,053	,291	-,216	,435 ^a	,269	,226	-,306	,211	,271	,267
mprir	-,031	,009	-,063	-,072	,009	-,146	-,059	-,089	-,005	-,140	-,002	-,009	1,000	,995 ^a	-,010	,333	,064	-,025	,008	-,128	,014	-,061	-,043
kmprir	-,113	-,092	-,064	,010	-,050	-,204	-,083	-,030	-,071	-,206	-,052	-,053	,995 ^a	1,000	-,093	,402	-,020	-,108	-,072	-,048	-,067	-,142	-,123
srdoh	,991 ^a	-,947 ^a	-,160	-,818 ^a	,613 ^a	,608 ^a	,114	-,483 ^a	,711 ^a	,710 ^a	,380	,291	-,010	-,093	1,000	-,766 ^a	,955 ^a	,999 ^a	,993 ^a	-,872 ^a	,992 ^a	,960 ^a	,965 ^a
icen	-,819 ^a	,824 ^a	,086	,588 ^a	-,339	-,387	-,143	,247	-,443 ^a	-,490 ^a	-,295	,216	,333	,402	-,766 ^a	1,000	-,715 ^a	-,785 ^a	-,779 ^a	,691 ^a	-,775 ^a	-,823 ^a	-,820 ^a
prodzh	,931 ^a	-,890 ^a	-,072	-,931 ^a	,689 ^a	,672 ^a	,187	-,691 ^a	,770 ^a	,758 ^a	,512 ^a	,435 ^a	,064	-,020	,955 ^a	1,000	1,000	,956 ^a	,939 ^a	-,893 ^a	,937 ^a	,885 ^a	,894 ^a
rdoh	,991 ^a	-,942 ^a	-,189	-,815 ^a	,612 ^a	,609 ^a	,085	-,482 ^a	,709 ^a	,711 ^a	,357	,269	-,025	-,108	,999 ^a	1,000	,956 ^a	1,000	,994 ^a	-,881 ^a	,993 ^a	,958 ^a	,964 ^a
nvrp	,995 ^a	-,950 ^a	-,212	-,779 ^a	,582 ^a	,575 ^a	,065	-,420	,683 ^a	,681 ^a	,319	,226	,008	-,072	,993 ^a	,994 ^a	,939 ^a	,994 ^a	1,000	-,865 ^a	1,000 ^a	,971 ^a	,977 ^a
def	-,857 ^a	,802 ^a	,125	,775 ^a	-,612 ^a	-,585 ^a	-,110	,525 ^a	-,683 ^a	-,664 ^a	-,379	-,306	-,128	-,048	-,872 ^a	,691 ^a	-,893 ^a	-,881 ^a	-,865 ^a	1,000	-,865 ^a	-,794 ^a	-,806 ^a
vrpd	,993 ^a	-,946 ^a	-,228	-,773 ^a	,582 ^a	,574 ^a	,048	-,414	,683 ^a	,679 ^a	,304	,211	,014	-,067	,992 ^a	-,775 ^a	,937 ^a	,993 ^a	1,000 ^a	-,865 ^a	1,000	,969 ^a	,975 ^a
svrp	,982 ^a	-,986 ^a	-,115	-,743 ^a	,459 ^a	,463 ^a	,163	-,341	,575 ^a	,584 ^a	,367	,271	-,061	-,142	,960 ^a	-,823 ^a	,885 ^a	,958 ^a	,971 ^a	-,794 ^a	,969 ^a	1,000	1,000 ^a
svpd	,986 ^a	-,986 ^a	-,126	-,750 ^a	,472 ^a	,474 ^a	,153	-,350	,588 ^a	,594 ^a	,363	,267	-,043	-,123	,965 ^a	-,820 ^a	,894 ^a	,964 ^a	,977 ^a	-,806 ^a	,975 ^a	1,000 ^a	1,000

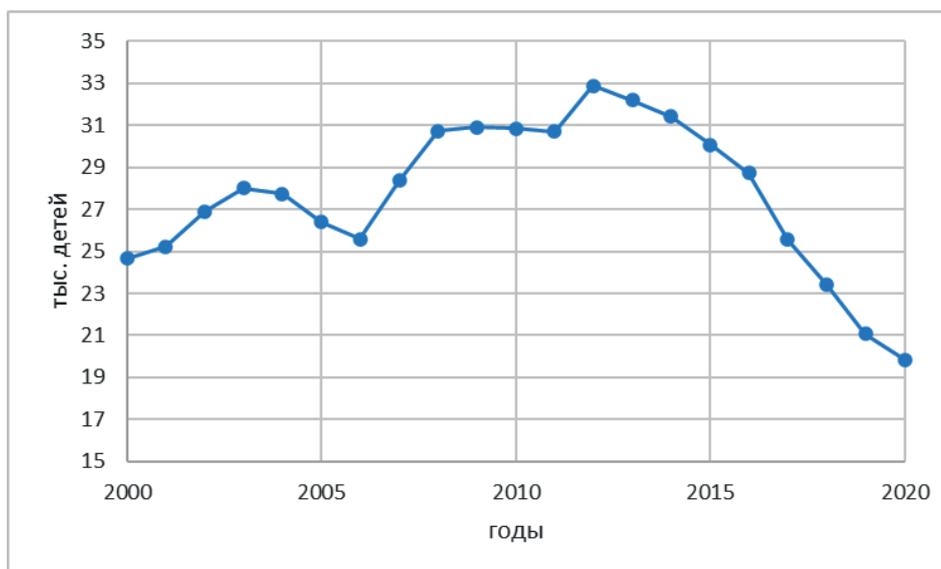


Рис. 2. Динамика рождаемости

2. Динамика рождаемости имеет нелинейный характер (рис. 2), поэтому соответствующий коэффициент корреляции является незначимым. Причем в рассматриваемой динамике наблюдается 2 «волны»: 1) подъем с 2000 до 2003 гг., что связано с ростом числа потенциальных матерей 15–49 лет; и спад до 2006 г., что связано с дальнейшим сокращением их числа [6]; 2) подъем с 2007 г. по 2012 г. с плато в 2008–2011 гг., что связано с мерами по повышению рождаемости («материнский капитал» и др.), а также за счет более поздних рождений у женщин в возрасте 25 лет и старше и 3) относительно резкий спад с 2013 г. вплоть до 2020 г., что связано со снижением суммарной численности женщин 20–39 лет [7].

3. Динамика смертности также имеет нелинейный характер (рис. 3), аппроксимируемый двумя кусочно-линейными трендами с разным наклоном, характеризующими повышение смертности с 2000 по 2003 гг., что в значительной степени связано со старением населения, так как доля лиц в возрасте старше трудоспособного увеличилась с 18,6 до 20,3% [6, 8], и дальнейшее устойчивое снижение с 2004 по 2019 гг., что связано с реализацией комплекса мер по решению первоочередных демографических проблем. С 2005 г. в регионе стали сокращаться естественная и миграционная убыль населения, а с 2007 г. отмечался рост общего и суммарного коэффициентов рождаемости (Распоряжение Губернатора Алтайского края от 31 июля 2015 г. № 54-рг «Об утверждении концепции демографического развития Алтайского края на период до 2025 года»); с «выбросом» в 2005 г., что может быть связано с кризисными явлениями в экономике края в этот период; в 2020 г. наблюдается замет-

ный рост смертности, причиной чего явилась пандемия COVID-19. Поскольку снижающийся тренд наблюдается в большей части рассматриваемого периода, корреляционная связь между переменными *nasel* и *smert* значимая, прямая, сильная ($r=0,78$, $p<0,05$), что, разумеется, было бы ошибочно интерпретировать в терминах причинно-следственной связи. Сильная обратная связь наблюдается между числом умерших и другими признаками: продолжительностью жизни ($r=-0,93$, $p<0,05$), абсолютными и приведенными значениями экономических показателей ($|r|>0,75$, $p<0,05$); заметная прямая связь обнаруживается с индексом цен, который отчасти отражает инфляционные процессы ($r=0,59$, $p<0,05$). Но опять-же, это связи не причинно-следственные, а соотносенные, поскольку на все коррелируемые признаки по-разному влияет фактор времени, отражающий некоторую конфигурацию многих других факторов.

Естественный прирост за весь рассматриваемый период отрицателен (превышение смертности над рождаемостью), его динамика приведена на рисунке 4. С 2000 по 2013 г. наблюдается немонокотное повышение показателя (в 2013 г. наблюдалось минимальное превышение смертности над рождаемостью), но с 2014 г. — устойчивое снижение, особенно сильное в 2020 г.

4. Динамика количества прибывших и убывших практически совпадает по распределению (коэффициент корреляции между этими переменными достигает 0,99), но с практически неизменной тенденцией превышения числа убывших (рис. 5). Здесь наблюдаются три основных тренда: 1) заметное снижение численности с 2000 по 2009 г., объяснимое тем, что общее улучшение экономической

ситуации при сохранении дифференциации условий в регионах снижает, а не повышает трудовую мобильность, сокращает возможности для свободного перемещения [9, 10]; 2) резкий рост с 2010 по 2013 г., обусловленный «стягиванием» сельского населения в города, вызванным углублением кризиса социальной инфраструктуры села [9]; и 3) снижение численности с 2014 по 2020 г. с плато

в 2016 и 2017 гг., что может быть связано с последствиями общероссийского экономического кризиса 2014 г., так как наибольшая миграционная активность в крае свойственна лицам трудоспособного возраста, принявшим решение не менять место жительства в ситуации неопределенности. Эта категория составляет около 73% как среди прибывших, так и выбывших [11].

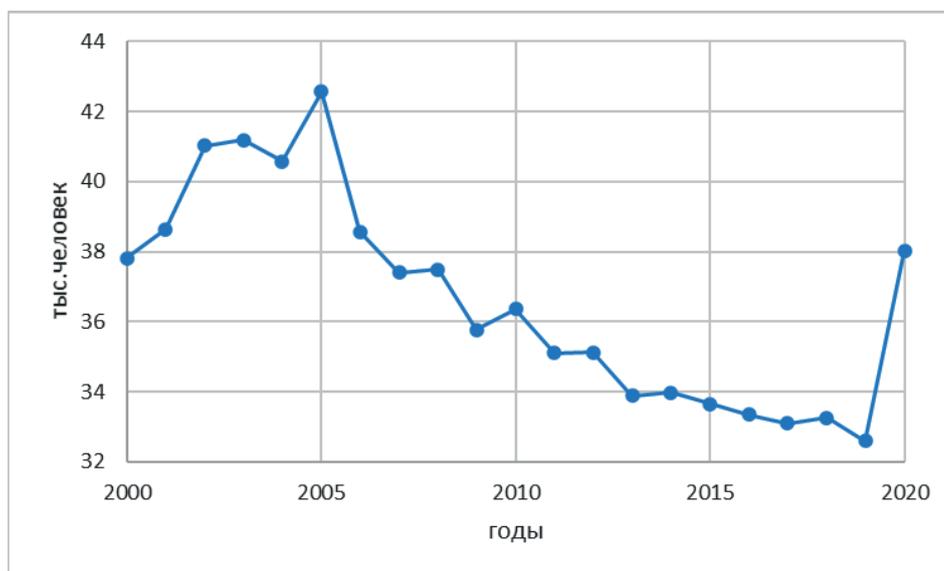


Рис. 3. Динамика смертности

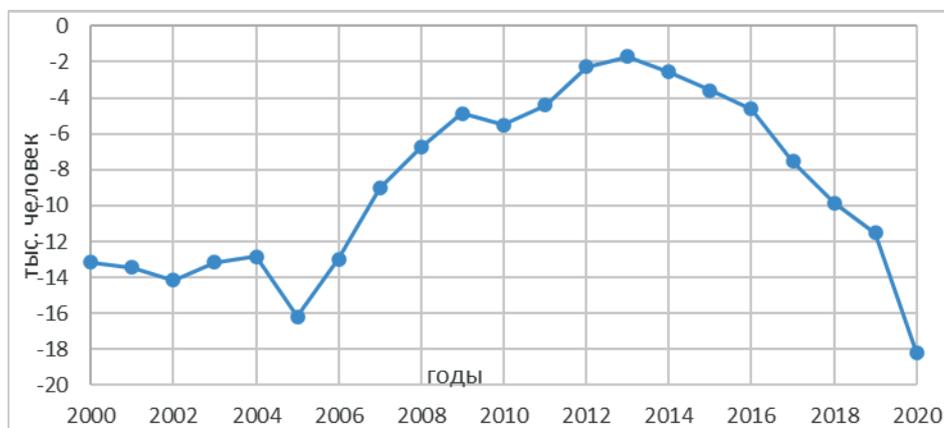


Рис. 4. Динамика естественного прироста (убыли) населения

Механический прирост населения (разница между прибывшими и убывшими) отрицателен за весь рассматриваемый период (превышение числа убывших над прибывшими), но до 2009 г. наблюдается уменьшение этой разницы, а с 2010 года устойчивых трендов не наблюдается. Корреляция между населением и механическим приростом населения (разница между прибывшими и убывшими) статистически незначима, то есть изменение разницы значений показателей миграции не являются существенными для объяснения динамики на-

селения края, так как значительно большее влияние в абсолютных значениях оказывает разница между рождаемостью и смертностью (естественная убыль населения).

5. В динамике средней продолжительности жизни наблюдаются два четких линейных тренда (рис. 6): 1) снижающийся в 2000–2005 гг. с 66,6 до 64,6 г. и 2) повышающийся с 66,5 до 71,6 г. в период 2006–2019 гг., что может быть связано с общим улучшением экономической ситуации, развитием системы медицинской помощи

населению и эффектом от мер предотвращения преждевременной смертности от отравлений, убийств, ДТП, самоубийств и др., но в 2020 г. этот показатель вновь снизился до 70,2. Коэффициент корреляции этого показателя с численностью на-

селения статистически значимый и отрицательный ($r = -0,89$; $p < 0,05$), что демонстрирует тенденцию увеличения средней продолжительности жизни на фоне уменьшения численности населения.

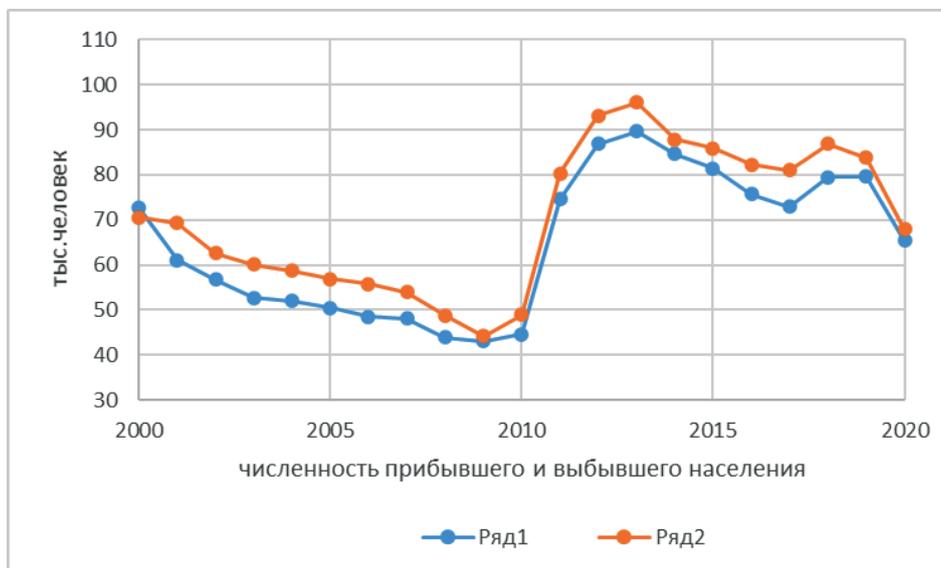


Рис. 5. Динамика численности прибывших и убывших

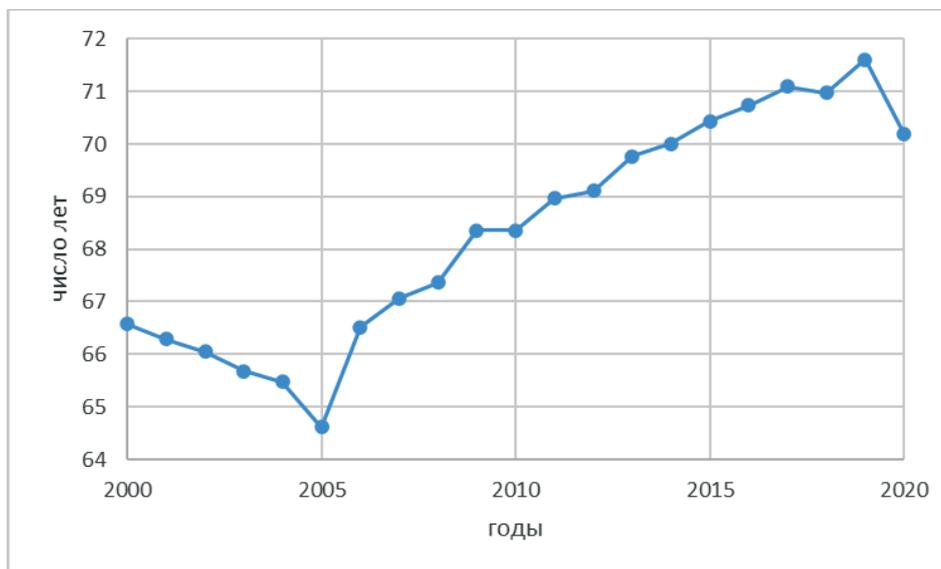


Рис. 6. Динамика продолжительности жизни населения

6. Все рассматриваемые экономические показатели развития края (ВРП, ВРП на душу населения, среднедушевой доход в абсолютных и приведенных значениях) демонстрируют устойчивую тенденцию роста, но наблюдается замедление его темпов в 2008–2009, 2012–2014, 2017–2020 гг., что связано с общемировыми кризисами 2008 и 2014 г., а также ухудшением экономической си-

туации в целом в стране после 2014 г. из-за гео- и внутривосточных и экономических сложностей. В качестве примера на рисунке 7 приведена динамика средних и реальных доходов населения, по другим экономическим показателям тенденция аналогичная.

Наблюдается очень сильная отрицательная корреляция численности населения со всеми рас-

считаемыми экономическими показателями в абсолютных и приведенных значениях ($|r| > 0,94$, $p < 0,05$), поскольку тенденции изменения этих показателей противоположны. С индексом цен кор-

реляция численности населения сильная, положительная ($r = 0,82$, $p < 0,05$), поскольку оба ряда значений демонстрируют нисходящие тренды за рассматриваемый период.

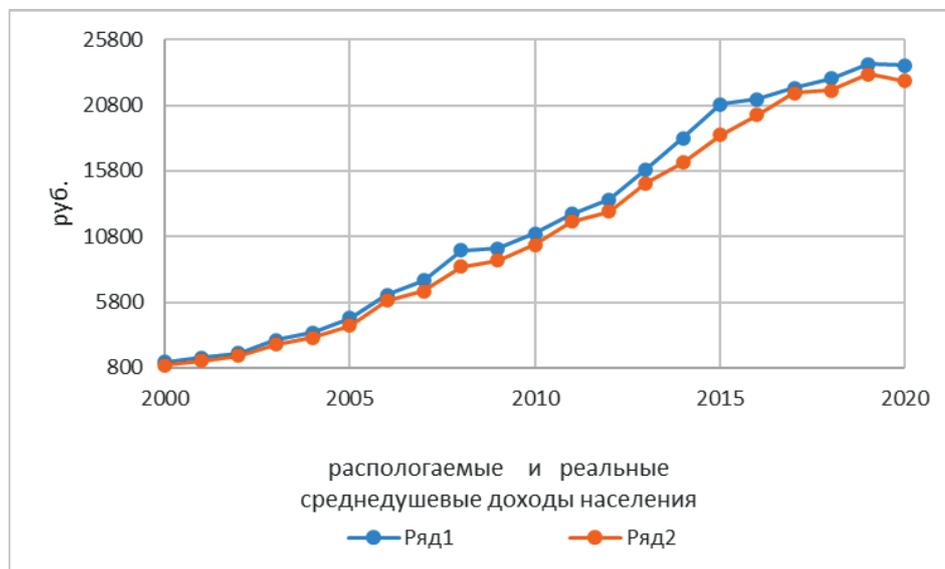


Рис. 7. Динамика располагаемых и реальных среднедушевых доходов населения

Таким образом, ни один из рассматриваемых показателей не определяет динамику численности края, которая сложным образом зависит и от нелинейной конфигурации рассматриваемых параметров, и от ряда других факторов, не представленных в официальной статистике.

Корреляционный анализ не может в данном случае характеризовать действительную связанность различных показателей. Во-первых, связь между рядом рассматриваемых показателей является нелинейной; во-вторых, в силу мультиколлинеарности (сильной корреляционной связи показателей друг с другом) из-за общего влияния «третьего» фактора (в данном случае времени) возникает эффект ложных корреляций [12], как, например, в случае смертности и среднедушевых доходов; в-третьих, динамика ряда показателей, в силу ее сложности, не может быть объяснена одним факторным признаком. Поэтому далее мы используем методы многофакторного регрессионного анализа.

Регрессионный анализ. На первом этапе исследования был проведен содержательный анализ совокупности факторов с целью оценки их влияния на изменение численности населения Алтайского края и дальнейшего их отбора на основе визуально-графического и корреляционного анализа в эконометрическую модель. На основе построенной корреляционной матрицы, показывающей количественную оценку тесноты и направления связи между численностью населения и совокупностью

основных демографических и социально-экономических региональных показателей, включенных в базу данных, с учетом оценки их мультиколлинеарности и статистической значимости, были отобраны три фактора для дальнейшего включения в эконометрическую модель, которые достаточно сильно и статистически значимо связаны с численностью населения: численность выбывшего населения, реальные среднедушевые доходы населения и валовый региональный продукт на душу населения в сопоставимых ценах (все парные коэффициенты корреляции между численностью населения и указанными факторами являются статистически значимыми).

Следует обратить внимание на то, что связь между численностью населения и отобранными факторами носит обратный характер. Если обратная связь между численностью населения региона и числом населения, выбывшего из региона, является закономерной, то наличие обратной связи между численностью населения с реальными среднедушевыми доходами населения и валовым региональным продуктом на душу населения, на первый взгляд, непонятна. По нашему мнению, обоснованием такой обратной связи являются имеющие место обратные тенденции изменения, с одной стороны, численности населения региона, а с другой стороны — реального среднедушевого дохода населения и ВРП на душу населения за исследуемый период времени с 2000 по 2020 год, где

из года в год прослеживается сокращение численности населения и «экстенсивный» рост вышеречисленных социально-экономических показателей, то есть чем меньше численность населения, тем выше их реальные среднедушевые доходы и, соответственно, выше ВРП на душу населения в сопоставимых ценах, что, в частности, подтверждает экстенсивный путь развития экономики региона.

Проведенный визуально-графический анализ также позволил сделать вывод о том, что наибольшее влияние на изменение численности населения Алтайского края за исследуемый период времени оказали вышеречисленные факторы.

На основании построенной корреляционной матрицы можно сделать вывод, что наблюдается статистически значимая и достаточно тесная связь ($r > 0,6$, $p < 0,05$) численности населения с отобранными факторными переменными. Однако ввиду анализируемых нами ранее причин установленной тенденции убыли населения, выявленные связи численности населения с демографическими и социально-экономическими факторами, носят порой противоречивый характер, что может иметь место при линейной форме связи между исследуемыми показателями. Поэтому мы пришли к выводу о целесообразности использования при проведении регрессионного анализа нелинейной формы связи, где за основу исследования взяли производственную функцию Кобба-Дугласа, суть которой состоит в определении изменения объемного показателя за счет влияния только двух групп факторных переменных, а именно, труда и капитала, как главных составляющих элементов производственных ресурсов [13]. В соответствии с нашим исследованием, к первой группе факторов, харак-

теризующих условно «труд», мы отнесли демографические факторы, в частности — численность выбывшего населения, а к второй группе факторов, характеризующих условно «капитал» — социально-экономические факторы, в частности — реальные среднедушевые доходы населения и валовый региональный продукт на душу населения в сопоставимых ценах.

Таким образом, выбор производственной модели Кобба-Дугласа в качестве инструмента анализа изменения численности населения Алтайского края позволяет одновременно проследить за изменением сразу нескольких основных показателей, характеризующих состояние и развитие региона.

По проведенным вычислительным процедурам в MS Excel и с использованием пакета прикладного статистического анализа Statistica было установлено, что построенная модель численности населения по функции Кобба-Дугласа статистически значима с полученными адекватными оценками ее параметров, где F-критерий Фишера значительно превышает критическое значение при заданном уровне 95%. Кроме того, рассчитанный множественный коэффициент корреляции (R), равный 0,99, подтверждает тесную связь между численностью населения с совокупным влиянием отобранных факторов, а рассчитанный коэффициент детерминации (R²) по построенной модели показывает высокую степень влияния на изменение численности населения включенных в модель системы таких факторных переменных как валовый региональный продукт на душу населения в сопоставимых ценах (K), численности выбывшего населения (L) и реальных среднедушевых доходов населения (I) (табл. 2).

Таблица 2

Статистические данные, использованные для построения регрессионной модели

Годы	Все население, тыс. человек	Общее число выбывшего населения	Реальные среднедушевые доходы населения по Алтайскому краю, руб.	ВРП (в сопоставимых ценах 2016 года) на душу населения, тыс. руб.
2000	2651,6	70,52	998,4	101,4
2001	2641,1	69,25	1335,8	115,6
2002	2621,0	62,64	1697,6	119,1
2003	2602,6	60,06	2566,5	127,9
2004	2572,0	58,67	3089,5	140,4
2005	2539,4	56,91	4031,7	145,9
2006	2503,5	55,74	5901,6	163,0
2007	2473,0	53,89	6636,0	180,8
2008	2453,5	48,85	8514,4	188,2
2009	2438,9	44,22	8963,0	179,2
2010	2430,8	48,94	10193,4	185,6
2011	2417,4	80,27	11927,4	193,9

Окончание таблицы 2

Годы	Все население, тыс. человек	Общее число выбывшего населения	Реальные среднедушевые доходы населения по Алтайскому краю, руб.	ВРП (в сопоставимых ценах 2016 года) на душу населения, тыс. руб.
2012	2407,2	93,07	12702,6	197,8
2013	2398,7	96,04	14856,1	208,2
2014	2390,6	87,83	16448,7	209,9
2015	2384,8	85,94	18558,7	211,3
2016	2376,8	82,24	20090,7	224,0
2017	2365,7	80,94	21747,5	228,4
2018	2350,1	86,82	21929,9	239,2
2019	2332,8	83,80	23172,3	246,7
2020	2317,2	67,87	22637,6	263,8

В результате построенная модель имеет следующий вид:

$$Y_t = 8,47 * K^{-0,1} * L^{-0,004} * I^{0,02}.$$

Представленная модель показывает степень влияния валового регионального продукта на душу населения в сопоставимых ценах (K), численности выбывшего населения (L) и реальных среднедушевых доходов населения (I) на изменение численности населения Алтайского края. При этом параметры данной модели характеризуют показатель эластичности численности населения по двум группам факторов — демографических и социально-экономических, то есть предполагается, что при увеличении численности выбывшего населения из региона на 1% численность населения в среднем уменьшается на 0,004%. Соответственно, при увеличении реальных среднедушевых доходов населения на 1% численность населения уменьшается на 0,02%, а при увеличении валового регионального продукта на душу населения в сопоставимых ценах на 1% численность населения уменьшается в среднем на 0,1%, что характеризует уже неадекватную ситуацию, вызванную обратной связью численности населения со второй группой факторов. Такая ситуация обосновывается недостаточными темпами роста социально-экономических показателей региона, что ведет к сокращению этой численности.

На основе сравнительной характеристики рассчитанных коэффициентов эластичности можно предположить, что в настоящее время уменьшение численности населения региона весьма чувствительно реагирует на изменение объема валового регионального продукта и реального среднедушевого дохода и незначительно на прирост численности выбывшего населения.

Параметр $a_0 = 8,47$ имеет чисто технический характер и экономическому обоснованию или интерпретации не подлежит, так как характеризует

производительность результативного показателя, представляющего собой его оценку при единичных значениях факторных признаков.

Так как сумма параметров модели при факторных переменных меньше нуля и, соответственно, меньше единицы (по нашим данным она равна $-0,124$), то в этом случае наблюдается не только тенденция снижения численности населения, но и непропорциональное снижение производственной функции, то есть имеет место снижение эффективности социально-экономических факторов. Это означает, что если исследуемые нами демографические факторы (численность выбывшего населения) и социально-экономические факторы (реальные среднедушевые доходы населения и ВРП на душу населения в сопоставимых ценах) увеличиваются в некоторой пропорции, то численность населения региона уменьшается в меньшей пропорции, а именно темпы снижения численности населения не превышают темпы роста демографических и социально-экономических факторов. Поэтому говорить об интенсивном влиянии социально-экономических факторов, направленных на рост численности населения региона, преждевременно, так как сумма параметров при социально-экономических факторах (реальные среднедушевые доходы населения и ВРП на душу населения) равная $-0,12$ меньше параметра при демографическом факторе (численности выбывшего населения), который равен $-0,004$. Поэтому можно сделать вывод об экстенсивном росте исследуемых социально-экономических факторов в результате недостаточно эффективного их влияния на изменение тенденции снижения численности населения региона, то есть когда увеличение численности выбывшего населения на 1% приводит к меньшему снижению численности населения, нежели такое же увеличение исследуемых социально-экономических факторов.

Данный вывод подтверждается относительными изменениями общей численности населения региона, численности выбывшего населения, реальных среднедушевых доходов населения и валового регионального продукта на душу населения в сопоставимых ценах за исследуемый период по статистическим данным, представленных в таблице 2. По данным таблицы видно, что общая численность населения за исследуемый период времени сократилась на 13%, соответственно, реальные среднедушевые доходы населения выросли в 22,7 раза, ВРП на душу населения в сопоставимых ценах вырос в 2,6 раза, при этом численность выбывшего населения сократилась на 4%, у которой самый высокий коэффициент эластичности, равный $-0,004$.

В связи с этим возникает вопрос о взаимозаменяемости факторов, а именно: на какую величину необходимо увеличить затраты одного фактора при снижении затрат другого фактора на единицу. Вопрос соотношения затрат замещающих друг друга факторов решается при помощи введения такого понятия, как эластичность замещения демографических и социально-экономических факторов, которая определяется соотношением затрат замещающих друг друга факторов при неизменной общей численности населения. Это своего рода коэффициент, который показывает степень эффективности замещения одного фактора другим, что другими словами называется относительной эластичностью [14]. По нашим расчетам, коэффициенты относительной эластичности по каждому фактору составили: по численности выбывшего населения: 0,03; по реальному среднедушевому доходу населения: 0,13 и по ВРП на душу населения в сопоставимых ценах: 0,84 (сумма всех коэффициентов должна быть равна единице). Как видно, степень эффективности замещения социально-экономических факторов демографическим фактором составляет всего 3%.

Мерой взаимозаменяемости факторов производства служит предельная норма технического замещения, которая показывает, на сколько единиц можно уменьшить один из факторов при увеличении другого фактора на единицу, сохраняя общую численность населения неизменной, то есть для снижения численности выбывшего населения на 1 тыс. человек необходимо увеличить на определенное количество условных денежных единиц социально-экономический показатель для сохранения общего уровня численности населения.

Предельная норма технического замещения рассчитывается путем отношения относительного изменения социально-экономического фактора на относительное изменение демографического фактора, где это отношение берется со знаком плюс [15]. По нашим расчетам предельная норма технического замещения составила:

а) по относительному изменению ВРП на душу населения в сопоставимых ценах: 2,7;

б) по относительному изменению реального среднедушевого дохода населения: 23,56.

Данные расчеты свидетельствуют о том, что для снижения численности выбывшего населения на 1000 человек необходимо увеличить в среднем ВРП на душу населения в сопоставимых ценах на 2,7 пункта и, соответственно, реальный среднедушевой доход населения на 23,56 пункта.

На основе построенной модели Кобба-Дугласа нами также были определены обобщенный показатель эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения и масштаб влияния факторов на изменение общей численности населения, где экономическая эффективность влияния факторов на изменение общей численности населения характеризует действие интенсивного фактора роста, то есть изменение общей численности населения за счет эффективности использования исследуемых факторов, а масштабом влияния факторов на изменение общей численности населения определяется экстенсивный фактор роста, то есть изменение общей численности населения за счет увеличения объема (масштаба) исследуемых факторов.

Непосредственному расчету обобщенного показателя эффективности производства предшествуют расчеты частной эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения, которые определяются путем отношения относительного изменения общей численности населения к относительному изменению соответствующего фактора [1]. По нашим расчетам, частная эффективность использования каждого фактора составила:

а) по численности выбывшего населения (L): 0,91;

б) по реальному среднедушевому доходу населения (I): 0,04;

в) по ВРП на душу населения в сопоставимых ценах (K): 0,34.

По рассчитанным показателям видно, что темпы снижения численности населения региона ниже роста численности выбывшего населения на 0,09 пункта, соответственно, ниже роста реального среднедушевого дохода населения на 0,96 пункта и ниже роста ВРП на душу населения в сопоставимых ценах на 0,66 пункта.

Обобщенный показатель эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения представляет собой произведение коэффициентов частной эффективности влияния каждого фактора на изменение общей численности населения, возведенных в степень, равной относительной эластичности соответствующего фактора. По на-

шим расчетам, обобщенный показатель эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения составил 0,26, то есть темпы снижения численности населения за счет роста эффективности использования исследуемых социально-экономических факторов сократились на 0,74 пункта.

Масштаб влияния факторов на изменение общей численности населения представляет собой произведение относительного изменения каждого фактора, возведенных в степень, равной относительной эластичности соответствующего фактора. По нашим расчетам, показатель масштаба влияния факторов на изменение общей численности населения, составил 3,3, то есть темпы снижения численности населения за счет увеличения объема (масштаба) исследуемых факторов увеличились в 3,3 раза.

Заключение. Таким образом, по построенной производственной модели Кобба-Дугласа был проведен анализ и дана оценка изменения общей численности населения Алтайского края в результате влияния основных демографических и социально-экономических факторов.

В результате сравнения обобщенного показателя эффективности влияния факторов на изменение общей численности населения с показателем масштаба влияния факторов на это изменение можно сделать вывод о тенденции снижения численности населения региона за исследуемый период при увеличении масштаба социально-экономических факторов, что указывает на экстенсивное развитие экономики региона.

В целях объективной оценки полученных результатов и сделанных выводов, на основе построенной модели Кобба-Дугласа нами была проведена оценка качества данной модели по таким критериям, как эмпирический коэффициент детерми-

нации, стандартная ошибка модели и средняя относительная ошибка аппроксимации, которые определялись по проведенным вычислительным процедурам в MS Excel и с использованием пакета прикладных программ Statistica. С использованием данного инструментария расчета были обоснованы следующие результаты.

Коэффициент детерминации, равный 0,98, показывает относительно высокую степень влияния включенных факторных переменных в производственную функцию на изменение общей численности населения. Стандартная ошибка данной модели, равная 0,005 натурального логарифма результативной переменной Y , то есть общей численности населения, дает характеристику изменения теоретического значения общей численности населения, выраженного через функцию натурального логарифма за каждый год исследуемого периода, показывая, в каких пределах может изменяться теоретическое значение численности населения в соответствующем году. Данная величина является очень малой и поэтому соответствует критерию качества. Рассчитанная средняя относительная ошибка аппроксимации, равная 0,04%, свидетельствует о высокой точности модели и характеризует построенную модель, как модель высокого качества, так как расчетная величина не превышает 5%. В данном случае расчетная величина средней относительной ошибки аппроксимации показывает, что фактические значения общей численности населения отличаются от теоретических значений, полученных на основе построенной модели за каждый год исследуемого периода, лишь на 0,04%.

Следовательно, построенная производственная модель Кобба-Дугласа соответствует всем критериям качества, что подчеркивает объективность выводов и полученных результатов по данной модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сергиенко А. М. «Не все мечтают уехать»: как миграция меняет качественный состав населения Алтай // Алтайский филиал РАНХиГС, 18.10.2021. URL: https://www.alt.ranepa.ru/pressroom/news/ne_vse_mechtayut_uehat_kak_migratsiya_menyayet_kachestven_6330.html (дата обращения: 27.02.2022).
2. Федеральная служба государственной статистики. Рождаемость, смертность и естественный прирост населения по субъектам Российской Федерации. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b07_13/IssWWW.exe/Stg/d01/04-22.htm (дата обращения: 27.02.2022).
3. Федеральная служба государственной статистики. Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/free_doc/2012/demo/edn12-12.htm (дата обращения: 17.01.2022).
4. Информация о динамике демографической ситуации в Алтайском крае // Официальный сайт Алтайского края. URL: https://www.altairregion22.ru/region_news/informatsiya-o-dinamike-demograficheskoi-situatsii-v-altaiskom-krae_936996.html (дата обращения: 27.01.2022).
5. Губернатор Алтайского края заявил, что уровень смертности к концу года вырастет на 13% // ТАСС, 21.12.2021. URL: <https://tass.ru/obschestvo/13261455> (дата обращения: 21.12.2022).

6. Еремин А. А. Динамика и территориальная дифференциация региональной демографической ситуации на современном этапе (на примере Алтайского края): автореферат дис. ... канд. геогр. наук. Воронеж, 2011.
7. Демографическое обозрение. 2016. Т. 3. № 3. URL: <https://demreview.hse.ru/issue/download/146/143> (дата обращения: 27.01.2022).
8. Еремин А. А. Динамика смертности в Алтайском крае на современном этапе // Известия Алтайского государственного университета. 2013. № 3 (79).
9. Максимова С. Г., Гончарова Н. П., Ноянзина О. Е. Трудовая миграция в Алтайском крае: состояние, динамика и социально-экономические последствия // Вестник АГАУ. 2013. № 5 (103). С. 129–133.
10. Особенности динамики внутренней миграции населения Алтайского края: Аналитическая записка / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю. Барнаул, 2007. 44 с.
11. Миграция сельской молодежи: в фокусе — Алтайский край: коллективная монография / под общ. ред. А. М. Сергиенко. Барнаул, 2019. 325 с.
12. Дубина И. Н. Математико-статистические методы эмпирических социально-экономических исследований. М., 2010. 416 с.
13. Кузьмин П. И., Зиновьев А. Г. Анализ и оценка развития экономики региона с использованием аналога модели Л. Р. Клейна // Экономика Профессия Бизнес. 2020. № 2. С. 56–63.
14. Эконометрика: учебник для магистров / под ред. И. И. Елисеевой. М., 2014. 453 с.
15. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. Л. Эконометрика. М., 2004. 576 с.

REFERENCES

1. Sergienko A. M. “Not everyone dreams of leaving”: how migration changes the qualitative composition of the population of Altai // Altai branch of the RANEPА, 10/18/2021. URL: https://www.alt.ranepa.ru/pressroom/news/ne_vse_mechtayut_uehat_kak_migratsiya_menyaet_kachestven_6330.html (date of access: 27.02.2022).
2. Federal State Statistics Service. Birth, death and natural population growth in the subjects of the Russian Federation. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b07_13/IssWWW.exe/Stg/d01/04-22.htm (date of access: 27.02.2022).
3. Federal State Statistics Service. The natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation. URL: http://www.gks.ru/free_doc/2012/demo/edn12-12.htm (date of access: 17.01.2022).
4. Information on the dynamics of the demographic situation in Altai Krai // Official website of Altai Krai. URL: https://www.altaregion22.ru/region_news/informatsiya-o-dinamike-demograficheskoi-situatsii-v-altaiskom-krae_936996.html (date of access: 27.02.2022).
5. The Governor of Altai Krai said that the death rate will increase by 13% by the end of the year // TASS, 21.12.2021. URL: <https://tass.ru/obschestvo/13261455> (date of access: 21.12.2022).
6. Eremin A. A. Dynamics and territorial differentiation of the regional demographic situation at the present stage (on the example of Altai Krai): abstract of dis. ... candidate of Geographical Sciences. Voronezh, 2011.
7. Demographic review. 2016. V. 3. No. 3. URL: <https://demreview.hse.ru/issue/download/146/143> (Date of access: 27.01.2022).
8. Eremin A. A. Dynamics of mortality in Altai Krai at the present stage // Izvestia of Altai State University. 2013. No. 3 (79).
9. Maksimova S. G., Goncharova N. P., Noyanzina O. E. Labor migration in Altai Krai: Status, dynamics and socio-economic consequences // Vestnik AGAU. 2013. No. 5 (103). Pp. 129–133.
10. Features of the dynamics of internal migration of the population of Altai Krai: Analytical note. / Territorial body of the Federal State Statistics Service for Altai Krai. Barnaul, 2007. 44 p.
11. Sergienko A. M. (Ed.) Migration of rural youth: in focus — Altai Krai, Barnaul, 2019. 325 p.
12. Dubina I. N. Mathematical and statistical methods of empirical socio-economic research. M., 2010. 416 p.
13. Kuzmin P. I., Zinoviev A. G. Analysis and evaluation of the development of the regional economy using an analogue of the L. R. Kleina // Economics Profession Business. 2020. No. 2. Pp. 56–63.
14. Eliseeva I. I. Econometrics. M., 2014. 453 p.
15. Magnus Ya. R., Katyshev P. K., Peresetsky A. L. Econometrics. M., 2004. 576 p.

Поступила в редакцию: 08.06.2022.

Принята к печати: 05.07.2022.