

МРНТИ: 05.07.31-37

JEL Classification: J11C51C52

DOI: <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2026-2-115-126>

ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІҢ СЕБЕП-САЛДАРЫН СТАТИСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСНАМАСЫ

Р. У. Рахметова¹, К. А. Абенова^{2*}

¹Қызылорда ашық университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

²Нархоз университеті, Алматы қ., Қазақстан

АНДАТПА

Зерттеудің мақсаты – Қазақстан мысалында статистикалық деректердің аз көлемінде, әлеуметтік-экономикалық процестердегі себеп-салдар байланыстарын терең зерттеу үшін математикалық әдісті таңдауды негіздеу және оны пәнаралық зерттеулер принциптеріне сәйкес қолдану әдістемесін әзірлеу. Бұл мақаланың өзектілігі ғылыми басылымдарда әлеуметтік-экономикалық зерттеулерде математикалық әдістерді дұрыс қолданбауға байланысты әдістемелік қателіктердің болуынан туындайды.

Зерттеу әдістері – әдетте кеңінен тараған қолданыстағы регрессиялық модельдердің жарамсыз жағдайында, зерттеу мақсатына сәйкес математикалық әдіс таңдалып, оның ішінде статистикалық тәуелділік теңдеулерін қолдану әдіснамасы және алғаш рет осы әдіспен нормативтік есептеулер арқылы болжам жасау процедурасы қарастырылған.

Зерттеудің құндылығы. Алматы қаласының орташа жылдық халық санының тенденциясының себеп салдарын анықтау мысалында статистикалық тәуелділік теңдеулер әдісін қолданудың толық процедурасы берілген.

Зерттеу нәтижелері – Алматы қаласының демографиялық негізгі көрсеткіштеріне – орташа халық саны, миграция айырымы, туылған балалар саны мен табиғи өсім көлемінің тенденциясына статистикалық талдау жасалды. Ресми деректер негізінде тұрғызылған статистикалық тәуелділік теңдеулерінің нәтижесінде қала халқының саны елдің ішкі миграциялық ағымынан өсіп отырғаны, оның әсер үлесі (78,9%) есептеліп дәлелденді. Демографиялық көрсеткіштердің ішінде миграция факторы реттеуге келетін фактор болғандықтан, оның шектеулі мәндеріне имитациялық болжам жасалды. Факторлардың нақты жоспарланған мәндерінде қала халқының санын реттеу модельдері құрылды.

Түйін сөздер: демография, миграция айырымы, туылғандар, статистикалық тәуелділік теңдеулері, орнықты тәуелділік, болжам.

Алғыс. Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (ГҚ АР23488200 «Қазіргі Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық үрдістерін пәнаралық зерттеудің ғылыми-әдіснамалық негіздері: статистика-математикалық әдістер, компьютерлік технологиялар»)

Кіріспе

Қазақстан ғылымының әлеуметтік экономикалық зерттеулерінде себеп-салдарлық байланысты анықтап ғылыми тұрғыда шынайылығын дәлелдеу үшін әдетте корреляция регрессиялық талдау әдістері қолданылады. Заманауи зерттеулерде математикалық әдістерді қолданған ресми басылымдарда пәнаралық зерттеудің принциптерінің орындалмауын байқаймыз. Қазақстан мысалында статистикалық ресми мәліметтердің және зерттеу периодының аз көлемінде әлеуметтік экономикалық үрдістердің себеп-салдарын зерттеуде регрессиялық модельдер барлық уақытта нәтиже бермейді.

Қазақстанның экономикалық жағдайын зерттеу үшін әдетте тәуелсіздік жылдар аралығы (1991-2024 жылдар) алынады. Оның ішінде елдің валютасының ауысу жылдары (ақшалай өлшемдегі экономикалық факторлар үшін) және оның тұрақтануы, қоғамдағы өзгерістер, экономикалық

қатынастардың бұзылуы тағы сол сияқты салыстыру сәйкессіздігінен туындайтын мәселелерден статистикалық тазарту деңгейінде зерттеу аралығы іріктеліп, бас аяғы 20 жылдан аспайтын зерттеу периоды қалады. Сонымен қатар, экономикалық факторлардың ақшалай бірлігінде алғашқы жылдарында теңгенің құнсыздануы, ал кейінгі жылдары инфляция тенденциясы факторлардың мультиколлинеарлық байланысын күшейтті. Ол өз кезегінде регрессиялық модельдің параметрлерінің статистикалық маңызды болмауына әкеледі.

Жалпы әлеуметтік экономикалық зерттеулерде математикалық әдістерді қолданудың шарты – зерттеуге статистикалық деректер көлемі жеткілікті болуы керек. Шет ел ғалымдарының тәжірибесінде демографиялық үрдістерді зерттеуге ұзақ жылдар периоды алуына болады, ал посткеңестік елдерде зерттеуге тәуелсіздік жылдардан бастап, оның ішінде алғашқы жылдары, ол елдерде зерттеу факторларына 2005-2007 жылдардың деректері алынады. Мысалы, Ahiezer, O. [2023, 1] мақаласында Украинаның демографиялық үрдістерін динамикалық модельдермен зерттеуге 2005-2012 жылдардың айлық статистикасын пайдаланып, жасанды түрде деректер көлемін көбейткен. Ресей мысалында осындай жағдайлар орын алған, әр түрлі тәсілдермен деректер көлемін көбейтіп, мысалы панельді факторларды қолдану, аз өлшемді – айлық, тоқсандық деректер пайдалану кездеседі.

Ал, шет елдік ғалымдардың зерттеулерінде статистикалық мүмкіндіктер бар, мысалы, Zhang, Y. (2024, 2) мақаласында 1964-2021 жылдардың мәліметтеріне ARIMA и ETS моделдерімен Қытайдың туу көрсеткіштеріне динамикалық талдау жасап, келешекке болжам жасаған. Осы мақалада атап өтетін мәселе 1960-1963 жылдардың мәліметтері ерекше оқшаулануын ескеріп зерттеуге қосылмаған. Шет елдік ғалымдардан үлгі алатын мәселе, олар статистикалық деректерге терең талдау жасап, зерттеу периоды мағыналы түрде таңдауы. Chen, Y. (2023, 3) зерттеуінде Қытай елінің қысқа мерзімде туу көрсеткіштеріне болжам жасау үшін 1950-2018 жылдардың мәліметтерімен себеп-салдарлық әсер етуші факторларды қарастырған. Parmar, P. (2024, 4) Индияның туу көрсеткіштеріне Бокс-Дженкинс әдісіне 1960-2022 жылдардың деректерін пайдаланып 2023-2030 жылдарға болжам жасалған.

Әлемдік ғалымдар регрессиялық және динамикалық модельдерден басқа көп деңгейлі эмпирикалық модельдерді пайдаланған, кездейсоқ қиылысу және кездейсоқ көлбеу модельдерін, деңгейаралық өзара әрекеттесулерді, бекітілген және кездейсоқ параметрлерді бағалауды есептеуді қарастырған [5-7].

Посткеңестік елдерде эконометрикалық әдістер математикалық тұрғыда қолданылады [8-11], пәнаралық зерттеудің принциптері тексерілмейді, мағыналы талдау жасалмаған. Соңғы кезде әлемдік ғалымдар зерттеу пәні – әлеуметтік-экономикалық үрдістер мен зерттеу құралы – математикалық әдісті пәнаралық байланыстыру маңызды деген қорытындыға келді. Осы мәселе бойынша Массачусетс технологиялық институтының профессоры Э. Бернттің [12] және М. Вербектің [13] кітаптары (орыс тіліне аударылған) жарық көрді. Бұл еңбектердің ерекшелігі зерттеу объектісі мен пәнін талқылаудан бастап нақты статистикалық мәліметтер негізінде математикалық әдістердің байланысын терең интерпретациялауға арналған.

Әдетте кеңінен тараған қолданыстағы регрессиялық модельдердің жарамсыз жағдайында, зерттеу мақсатына сәйкес математикалық әдістің таңдалуын қажет етеді. Себеп-салдарлық байланыстарды анықтауға қолданылатын эконометрикалық әдістердің бірі – статистикалық тәуелділік теңдеулер әдісі. Осыдан Алматы қаласының орташа жылдық халық санының тенденциясының себеп салдарын анықтауға статистикалық тәуелділік теңдеуін қолдануға болады.

Негізгі бөлім

Ресми басылымның 2025 жылғы №6 [14] мақалада Алматы қаласының орташа халық санының қандай факторларға байланысты өсіп отырғаны 2007-2024 жылдар аралығы деректері бойынша талдаудың қорытындысында орташа жылдық халық саны мынадай факторларға: – көші-қон айырымы; туылғандар саны; халықтың табиғи өсіміне байланысты екені негізделді. Осы факторлардың арасындағы корреляциялық байланыс тексерілген, нәтижесінде барлық факторлар өз-ара өте тығыз байланыста бар болды. Факторлар арасында тығыз мультиколлинеарлық байланыс болған жағдайда, факторлар басқаларының сызықтық комбинациялары және олардың матрицасының бағандары сызықтық тәуелді болады. Мұндай тәуелділік болған кезде, регрессия коэффициенттерін есептеу үшін пайдаланатын

матрица ерекше немесе анықтауышы нольге тең болады. Нәтижесінде, ең кіші квадраттар әдісімен регрессия коэффициенттерін есептеу процедурасының шарттары бұзылады [8-9]. Осыдан регрессиялық модельдердің параметрлері статистикалық маңызды болу үшін факторлар өз ара мультиколлин-неарлы болмауы керек. Осының айғағы ретінде алынған регрессиялық модельдің параметрлерінің мәндерін талдайық (1-кесте). Статистикалық деректер саны (2007-2024 жж) 18 болғандықтан У-тің екеуден топталған факторларға байланысын қарастырдық.

Кесте 1 – Регрессия моделінің параметрлері

Байланыс	У(x1,x2)		У(x1,x3)		У(x2,x3)	
F-Фишер (3.68)	20,5		15,5		13,6	
Коэффициенты	$b_{x_1} = 13,01$	$b_{x_2} = 33,5$	$b_{x_1} = 15,9$	$b_{x_3} = 26,2$	$b_{x_2} = 49,7$	$b_{x_3} = 14,7$
t-статистика (2.11)	$t_{x_1} = 2,28$	$t_{x_2} = 2,19$	$t_{x_1} = 2,22$	$t_{x_3} = 1,11$	$t_{x_2} = 1,82$	$t_{x_3} = 0,44$
P-мәні	0.037	0.045	0.04	0.286	0.09	0.66
Төменгі 95%	0,83	0,86	0,67	-24,3	-8,35	-56,13
Жоғарғы 95%	25,19	66,23	31,3	76,8	106,7	85,61
Ескерту- автордың есептеуі						

Осы кестеде $У(x1,x3)$ және $У(x2,x3)$ модельдерінде математикалық әдістің талаптары орындалмайды, оған t-статистика мәні критикалық ($t=2.11$) мәнінен кем болуы және төменгі, жоғарғы мәндерінің таңбаларының қарама-қарсы болуы дәлел болады. Ал $У(x1,x2)$ модельде математикалық критерийлер орындалған, себебі тәуелсіз факторлар арасындағы корреляция коэффициенті тәуелді фактормен корреляциясынан кем, яғни $r_{x_1x_2} = 0.745 < r_{yx_2} = 0.801 < r_{yx_1} = 0.817$. Әйтседе экономикалық талдау мен болжамның дәлдігі төмен болғандықтан пайдалануға болмады. Қазақстан мысалында мультиколлин-неарлық жиі кездесетін құбылыс, осыдан пәнаралық зерттеуде барлық пәндердің теориялық заңдылықтарының орындалуы қиын мәселе. Дегенмен ұсынатын нәтижелердің шынайылығын сақтау үшін, зерттеуге қатысты пәндердің ғылыми зерттеу принциптерінің толық орындалуы шартты.

Демографиялық үрдістердің себеп салдарын зерттеуге корреляциялық талдау жасалғанын және регрессиялық модельдерді қолдану мүмкін болмағандығынан басқа математикалық әдіс – статистикалық тәуелділік теңдеулерін қолданамыз. Алғаш әдісті украиндық ғалым өзінің еңбегінде Е.И.Кулинич [2001,15] ұсынған және практикада ғылыми зерттеулерде статистикалық мәліметтер саны аз болғанда факторлар арасындағы тәуелділікті анықтауға әр түрлі тәсілде қолданылған [16-17]. Осы мақалада әдістің негізгі ұғымдары мен есептеу формулалары ғалымның оқу құралының материалдарына негізделген [15].

Статистикалық тәуелділік теңдеулері демографиялық үрдістерде себеп-салдарлық талдауға және болжауға мүмкіндік береді. Біздің зерттеуімізде осы әдіспен мынадай міндеттерді орындаймыз:

1) аз статистикалық деректер базасында Алматы қаласының орташа жылдық санының тенденциясы туылған балалар, табиғи өсім мен миграциялық айырым көлеміне тәуелділігін және олардың әсер ету үлесін анықтау;

2) туылған балалар мен миграция айырымы көлемінің белгілі шамаға өзгергендегі қаладағы орташа жылдық халық санының деңгейіне нормативтік есептеулер жүргізу және болжау.

Осы әдістің математикалық модельдерінің түрлері, есептеу процедуралары Р.Рахметованың 2025 жылы баспадан шыққан әдістемелік құралында нақты мысалдармен қарастырылған [18].

Осы әдістің негізгі талабы бойынша факторлардың 2007–2024 жылдардағы деректерінің тенденциясына талдау жасап факторлардың өсу (max) немесе кему (min) бағытын анықтаймыз. Факторлар У және X2, X3 теориялық тұрғыдан демографиялық дамуы үшін өсуге бағытталуы керек де, ал X1 факторы өсуі де, кемуі де мүмкін. Алматы қаласының жылдық орташа халық саны жыл сайын жоғары темппен өсіп отырған, нақты 54%-ға өскен, ал 2021–2024 жылдар аралығында 13%, өсуі баяулаған. Осы халық санына оң әсер ететін факторлар – миграция айырымының өсу тенденциясы 2,6 есеге өскен, туу көлемі 28%-ға, табиғи өсім 47%-ға жоғарылаған [19].

Демографиялық процестерге көп факторлар жиынтығы әсер ететінін ескерсек, әр периодтағы процесс тенденциясын терең талдаған жөн. Мысалы, [14] мақаладағы график бойынша 2021 жылдан факторларда кему процессін байқауға болады. Басқада зерттеулерімізден осы факторлардың республика деңгейінде де төмендегені белгілі. Сондықтан зерттеу периодына 2021-2024 жылдардағы Алматы қаласының халық санының өзгеруінің себеп-салдарын анықтап, келешекте ірі мегаполистің халық санын осы факторлар арқылы реттеу жолдарын анықтау өзекті мәселе.

Статистикалық тәуелділік теңдеулеріне кесте түрінде есептеулер жүргізу ыңғайлы. Факторлар X_1 – көші-қон айырымы мен зерттелетін Y – халықтың орташа жылдық санының тәуелділігін 2021-2024 жылдар аралығында өсу бағытында болған. Зерттелетін және факторлық сипаттамаларын ескере отырып, [18] әдістемелік құрал негізінде кестелік есептеулер жүргіземіз (2-кесте).

Кесте 2 – $Y(X_1)$ теңдеуінің параметрлерін есептеу

Жыл	y	X1	dY	dX1	bdX1	Y*	abs(dY-bdX1)
2021	1977,3	27,9	0,000	0,000	0,000	1977,3	0
2022	2101,5	36,5	0,063	0,309	0,069	2114,5	0,0066
2023	2161,9	43,2	0,093	0,549	0,123	2220,8	0,0298
2024	2260,4	41,2	0,143	0,476	0,107	2188,5	0,0363
Σ	8501,0		0,299	1,334		8501,0	0,073
	b=0,224		K=0,757				

Осы 2-кестедегі есептеулер теңдеудің орнықты тәуелділік коэффициентін есептеуге мүмкіндік береді.

$$K_{x1} = 1 - \frac{\sum abs(dy - bdx1)}{\sum dy} = 1 - \frac{0,073}{0,299} = 0,757,$$

сонда $K=0,757$ болуы нәтижелі Y – орташа жылдық халық саны мен (X_1) – миграция айырымы өсімнің арасында орнықты тәуелділік бар екенін дәлелдейді.

Енді алынған теңдеудің статистикалық маңыздылығын тексеру үшін басқа критерийлердің параметрлерін есептейміз, ол үшін 3-кесте корреляция коэффициенті мен индексін есептеуден тұрады.

Кесте 3 – Корреляция коэффициенті мен индексін есептеу

Жыл	dY	dX1	dY*dX1	(dX1) ²	(dY) ²	dY*	dY - dY*	(dY-dY*) ²
2021	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2022	0,063	0,207	0,013	0,043	0,004	0,069	-0,007	0,000
2023	0,093	0,269	0,025	0,072	0,009	0,123	-0,030	0,001
2024	0,143	0,258	0,037	0,067	0,021	0,107	0,036	0,001
Σ	0,299	0,733	0,075	0,181	0,033	0,299		0,002
			R=0,965		r=0,967		0,001	

Корреляция коэффициенті мен индексін есептейміз

$$R_{x1} = \sqrt{1 - \frac{\sum(dy - dy^*)^2}{\sum dy^2}} = \sqrt{1 - \frac{0,002}{0,033}} = 0,965$$

$$R_{x1} = \sqrt{1 - \frac{\sum(dy - dy^*)^2}{\sum dy^2}} = \sqrt{1 - \frac{0,002}{0,033}} = 0,965$$

$$r_{x1} = \frac{\sum dy * dx1}{\sqrt{\sum dy^2 * \sum dx1^2}} = \frac{0,075}{\sqrt{0,033 * 0,181}} = 0,967$$

Нәтижесінде R =0,965 және r=0,967, олардың мәндері өте жоғары, ал айырымы abs(R- r)=0,001<0,01 кіші, осыдан сызықты тура байланыстағы теңдеу дұрыс таңдалған.

Дәл осы есептеулер X2 және X3 факторларына жүргізіледі, нәтижесі 4-кестеде

Кесте 4 - Бір факторлы статистикалық теңдеулер

Фактор	Бірфакторлы теңдеулер	K	R	r
X1-миграция айырымы	$Y(X1)=1977,3*(1+0,224*dX1)$	0,757	0,965	0,967
X2-туылғандар	$Y(X2)=1977,3*(1+1,524*dX2)$	0,966	0,999	0,999
X3-табиғи өсім	$Y(X3)=1977,3*(1+0,557*dX3)$	0,517	0,860	0,866

Жоғарыдағы 4-кестеде келтірілген бір факторлы теңдеулердің параметрлері K, R, r арқылы Y(X3) теңдеуі статистикалық маңызды емес, себебі K=0,517. Ал Y(X1), Y(X2) теңдеулері орнықты тәуелді байланыста, осыдан берілген факторлардың нәтижелілік Y – көрсеткішке әсер етуінің өсімше қарқынын анықтау үшін пайдалануға болады.

Осы әдістің негізгі сипаттамасы b параметрі болып табылады. Мұнда:

- бірінші теңдеу бойынша b=0,224 параметрінің шамасы миграция айырымының салыстыру коэффициенті ауытқуларының шамасының өзгеруі халық санының салыстыру коэффициентінің ауытқуларының 0,224 есе өзгеруіне әкелетінін көрсетеді;
- екінші теңдеу бойынша b=1,524 параметрінің шамасы туу көрсеткішінің салыстыру коэффициентінің ауытқу шамасының өзгеруі халық санының салыстыру коэффициентінің ауытқуының 1,524 есе өзгеруіне әкелетінін көрсетеді.

Енді орнықты тәуелді екі факторларға Y(X1,X2) байланысты көпфакторлы статистикалық тәуелділік теңдеуін құрамыз. Ол үшін қажетті есептеулер 5 кестеде жүргізілді.

Кесте 5 – Көпфакторлы теңдеулер параметрлері

Жыл	Y	dY	dX1	dX2	∑dXi	y**
2021	1977,3	0	0	0	0	1977,3
2022	2101,5	0,063	0,207	0,045	0,251	2137,3
2023	2161,9	0,093	0,269	0,061	0,330	2187,1
2024	2260,4	0,143	0,258	0,091	0,349	2199,4
∑	8501,0	0,299	0,733	0,196	0,930	8501,0
	B=0,3219	Үлесі,%	78,9%	21,1%		

Осы кестенің есептеулерін пайдаланып

$$B = \frac{\sum dY}{\sum dX1 + \sum dX2} = \frac{0,299}{0,733 + 0,196} = \frac{0,299}{0,930} = 0,3219$$

Осының нәтижесінде $Y(X1, X2)$ теңдеуінің жалпы формуласы

$$Y_i^{**} = Y_{min} * (1 + B * (dX1 + dX2))$$

$$= 1977,3 * (1 + 0,3219 * (dX1 + dX2))$$

Нәтижелілік белгінің нақты мәндерінің сомасы мен теңдеумен есептелген мәндерінің сомасы өз-ара тең,

$$\sum Y = \sum Y^* = 8501,0$$

Осыдан жүргізілген есептеулердің дұрыстығын білеміз.

Мұндағы көпфакторлық теңдеу факторлардың нәтижелілік белгіге бірлескен әсерін түсіндіру үшін қолданылады. Бұл мысалда екі фактор орта есеппен бір бірлікке өзгергенде, Алматы қаласының халық санының салыстырмалы коэффициентінің ауытқуы 0,3219 есе өзгереді.

Есептеулер бойынша барлық факторлармен тұрақты байланыста болса, онда олардың әрқайсысының әсер үлесін анықтаған жөн.

$$\Delta_{x1} = \frac{\sum d_{x1}}{\sum \sum d_{x1,2}} * 100 = \frac{0,733}{0,930} * 100 = 78,9\%$$

$$\Delta_{x2} = \frac{\sum d_{x2}}{\sum \sum d_{x1,2}} * 100 = \frac{0,196}{0,930} * 100 = 21,1\%$$

Сонымен Алматы қаласының орташа жылдық халық санына ең көп әсер ететін 78,9% фактор – миграция айырымы.

Зерттеу нәтижесінде факторлардың әсер ету үлесін анықтау маңызды. Мақаланың басында келтірілген статистикалық мәліметтердің аналитикалық талдауы халықтың өсімінен көші-қон ағынының үлес салмағының жоғары екенін және статистикалық теңдеулер бойынша да Алматы қаласының тұрғындарының туу көрсеткішіне (21,1%) емес, ішкі көші-қонға (78,9%) тәуелді екені дәлелденді. Тәуелділіктің статистикалық теңдеулерін факторлардың берілген мәндері үшін нәтижелілік белгіні болжау үшін пайдалануға болады. Ол үшін факторлардың статистикасын динамикада ескеру қажет.

Факторлардың статистикалық деректері динамикалық қатар болғандықтан, Y -пен факторлардың тәуелділік үлесіне қарай имитациялық болжам есептеулерін жүргіземіз. Уақыт бойынша Y -орташа жылдық халық санының тренд теңдеуін қарастырайық (6-кесте).

Кесте 6 – $Y(t)$ тренд теңдеуі

Жыл	y	t	dy	dt	bdt	Y^*	abs(dy-bdt)	Y, %
2021	1977,3	1	0	0	0	1977,3	0	103,2
2022	2101,5	2	0,063	1	0,050	2075,9	0,013	106,3
2023	2161,9	3	0,093	2	0,100	2174,6	0,006	102,9

2024	2260,4	4	0,143	3	0,150	2273,3	0,007	104,6
Σ	8501,0		0,299	6		8501,0	0,026	
b=	0,0499		K=	0,914			орташа	104,2
2025		5		4	0,1996	2371,9		104,9
2026		6		5	0,2495	2470,6		104,2

Тренд теңдеуі тәуелділіктердің бір факторлы статистикалық теңдеуі ретінде де орындалады, мұнда факторлар уақытқа байланысты. Сондай-ақ тренд теңдеуінің орнықты коэффициенті $K=0,914$, корреляция және индекс коэффициенті бойынша теңдеудің маңыздылығы да жоғары, $R=0,988$, $r=0,997$. Осыдан 5 кестенің есептеулері тренд теңдеулерінің тұрақты екенін көрсетеді, алынған тренд теңдеуін пайдаланып 2025 және 2026 жылға болжам есептелді. Егер осы 2021-2024 жылдардың тенденциясы сақталса осы тренд теңдеуімен келесі периодтың номері $t=5$ болғанда

$$Y_t(2025) = Y_{min} * (1 + bdt) = 1977,3 * (1 + 0.0499 * 4) = 2371.9$$

Сонда Алматы қаласының 2025 жылы халқы орташа 2371,9 мың адам, ал 2026 жылы орташа 2470,6 мың адам болуы мүмкін. 6-кестенің соңғы бағанында жылдық халық өсімінің қарқыны есептелген, осы 2021-2024 жылдардағы мәндерінің орташа геометриялық шамасы 104,2%. Болжам мәндерінің тенденциясы да осы орташа мәнге сәйкес келеді. Олай болса осы екі фактордың мәндерінің тенденциясына қосымша шаралар қолданбаса, қаланың халқы жылына орташа 4,2 пайызға өсіп отырады.

Енді осы У-тің болжам мәніне сәйкес келетін X1 және X2 факторларының мәндерін есептеуге болады

$$dy_{\text{болж}} = \frac{Y_{\text{болж}}}{Y_{\text{min}}} - 1 = \frac{2371.9}{1977.3} - 1 = 0,1996, \quad b_{x1} = 0,2245.$$

Сонымен X1 және X2 факторларының 2025 жылға болжамы

$$X1 = X1_{\text{min}} * \left(\frac{dy_{\text{болж}}}{b_{x1}} + 1 \right) = 27,9 * \left(\frac{0,1996}{0,2245} + 1 \right) = 52,7$$

$$X2 = X1_{\text{max}} * \left(1 - \frac{dy_{\text{болж}}}{b_{x2}} \right) = 37,8 * \left(1 - \frac{0,1996}{1,524} \right) = 32,8$$

Жалпы Алматы қаласының экологиялық жағдайы мен көлік кептелісін ескерсек тұрғындар санының жыл сайынғы өсуі осы проблемалардың одан сайын қиындауына әкеледі. Статистикалық теңдеудің нәтижесінде халық санының өсімі негізінде көшіп келіп қалғандардың (78,9%) есебінен болатыны дәлелденді. Ресми статистикалық деректер бойынша Алматыда 2000 жылдардан бері туудың жиынтық коэффициенті екі баладан төмен, яғни туылғандар саны қарапайым ұдайы өсуді қамтамасыз етпейтіні белгілі.

У-тің белгілі көлемін тұрақты ұстап тұру үшін, мысалы қала халқының У-тің сандық көлемін 2 млн адамнан асырмау үшін миграция көлемін анықтап отыруға болады.

Сонда $U=2000$ болғанда,

$$dy_{\text{болж}} = \frac{Y_{\text{болж}}}{Y_{\text{min}}} - 1 = \frac{2000}{1977.3} - 1 = 0,011502,$$

$$X1 = X1_{\text{min}} * \left(\frac{dy_{\text{болж}}}{b_{x1}} + 1 \right) = 27,9 * \left(\frac{0,011502}{0,2245} + 1 \right) = 29,3$$

$$X2 = X1_{\max} * \left(1 - \frac{dy_{\text{болж}}}{b_{x2}}\right) = 37,8 * \left(1 - \frac{0,011502}{1,524}\right) = 37,5$$

Сондықтан келешекте қала, тұрғындарға экологиялық жайлы болу үшін, оның миграциялық тартымдылығына байланысты халық санының шексіз өсуін реттеу өзекті мәселе. Осыған байланысты халық санының миграциялық үрдіске тәуелділігін ескеріп имитациялық болжам жүргіземіз.

Факторлардың белгілі бір мәнінде Y-тің болжам мәнін есептеу үшін, осы 2025 жылдың 10 айлық деректерін 2024 жылдың сәйкес деректерімен салыстырғанда туу деңгейінің 7%-ға кем болуын, ал миграция айырымының 1%-ға өскенін байқауға болады. Айлық деректерді талдағанда 7-8-ші және 11-12-ші айларда екі еседей жоғары болатынын ескерсек туу көлемінің кемуі және миграциялық үрдістің өсуі мүмкін. Сондықтан Алматы қаласында халық саны өспеуі үшін миграциялық үрдіске шектеу қою тиімді. Статистикалық теңдеуден миграция айырымы көлеміне имитация жасау арқылы Y-тің мәнін анықтауға және Y-тің берілген мәнінде миграция көлемін анықтауға да болады.

Келесі период 2025 жылға X2-ші факторды 2024 жылдың деңгейімен қалдырып, ал X1-дің шамасын 5%-дан кеміту арқылы халық санының мәндерінің өзгеру динамикасын бақылаймыз.

Сонда $X1=41,2*0,95=39,1$ және $X2=34,4$ мәндері үшін

$$dx1 = \frac{X_{\text{болж}}}{X_{\text{min}}} - 1 = \frac{39,1}{27,9} - 1 = 0,4023, \quad dx2 = 1 - \frac{34,4}{37,8} = 0,0898$$

$$Y = Y_{\text{min}} * (1 + B * (dX1 + dX2)) = 1977,3 * (1 + 0,32199 * (0,4023 + 0,0899)) = 2290,5$$

Осы процедурамен келесі есептеулер нәтижесін 7– кестеге толтырамыз.

Кесте 7 – Имитациялық есептеулер

Фактор	Норматив мәні			
	5%	10%	15%	20%
X1	39,1	37,1	35,0	32,9
X2	34,4	34,4	34,4	34,4
Y	2290,5	2243,5	2196,5	2149,5
2024 ж салыстырғанда	101,3	99,2	97,2	95,1

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорыта келгенде, әлеуметтік-экономикалық үрдістердің себеп-салдарын зерттеуге әдетте корреляция-регрессиялық талдау әдістерін қолданады. Жалпы математикалық модельдердің адекваттылығы зерттеу пәнінің статистикалық деректеріне байланысты нәтиже береді. Мақалада зерттеу мақсаты – Алматы қаласының орташа халық саны көлемінің туылғандар, табиғи өсім және миграция айырымына байланысының үлесін математикалық әдістермен анықтау болды. Бұрынғы зерттеулер барысында экономикалық талдау тұрғысында тәуелділіктері негізделді және корреляциялық байланыстары да жоғары болды, әйтседе регрессия модельдері математикалық әдістер критерийлерін толық қанағаттырғанмен *пәнаралық зерттеу принциптері (валидтілік)* орындалмады, яғни нәтиже бермеді. Себебі, регрессиялық модельдер факторлар арасындағы сандық байланысқа талдау және келешекке болжам жасау үшін қолданылады. Біздің зерттеулерде регрессия моделі математикалық модель ретінде адекватты, параметрлері статистикалық маңызды болғанымен әлеуметтік-экономикалық талдау мағынасыз және болжам дәлдігі төмен (80%) болғандықтан ғылыми зерттеу нәтижеге есептелмеді. Дәлірек айтқанда, математикалық әдістің шешімі демографиялық зерттеудің мағынасына жарамсыз немесе валидті емес. Осыдан корреляция-регрессиялық талдау әдістерін демографиялық үрдістерді интегративтік тұрғыдағы пәнаралық зерттеу әдіснамасы бойынша жүргізу мүмкін болмаған жағдайда басқа әдістерді қолданған жөн. Біздің мақалада Алматы қаласының демографиялық үрдісінің себеп-салдарын анықтауға статистикалық тәуелділік теңдеуі қолданылды. Қазақстан мысалында, аз деректер көлемімен зерттеу

жүргізуге осы әдіс тиімді. Статистикалық теңдеулердің регрессиялық модельдерден ерекшелігі соңғы периодтар тенденциясы негізінде қысқа мерзімге болжам жасауға болатыны.

Зерттеу нәтижесінде Алматы қаласының халық санын миграциялық үрдістер арқылы өсу тенденциясын шектеуге болады. Қаладағы халық санының өсімі республика деңгейінде демографиялық үрдіске қосар үлесі жоқ, керісінше қаланың тұрғындарына қолайсыз жағдай туғызып, туу үрдісіне кері әсері болуы мүмкін. Біздің зерттеуде өткен периодтағы тенденциялар сақталғанда, мемлекет тарапынан қала демографиясына әрекет болған жағдайда 2025 жылы У-тің мәні өсіп 2371,9 мың адамға жетуі үшін миграциялық айырым 28% өсуі, ал туылған балалардың саны 5% кемуі болжанған. Бұдан қорытынды, Алматы қаласының санының өсімі ішкі миграциялық үрдістен болуы жалпы республикалық демографиялық үрдіске оң әсері болмайды. Ал статистикалық теңдеулер әдісінің болжамдық есептеулері арқылы У-тің мәні 2000 мың адамға дейін кемуін статистикалық теңдеу есептеуінде, миграциялық айырым 2024 жылға қарағанда 30%-ға төмендеуі, ал туылғандар саны 9%-ға өсуінің қажеттігі болжанған.

Осыдан алынған статистикалық тәуелділік теңдеулері әсер ету үлесін анықтаумен қатар имитациялық есептеулермен болжамдар анықталып стратегиялық шешім қабылдауға болады.

Осы мақалада ұсынылған статистикалық тәуелділік теңдеуінің қолдану әдіснамасын жас ғалымдар зерттеулеріне қолданылуына болады. Негізгі демографиялық факторларға негізделген статистикалық модельдерді қала әкімшілігі демографиялық үрдістерді реттеуге, әсіресе имитациялық есептеулер арқылы болжамдар жасап демографиялық шешімдер қабылдауына көмегі болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ahiezer O., Tonitsa O., Gelyarovska O., Serdyuk I., Aslandukov M. Advanced demographic situations based on lag models // *Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: System Analysis, Control and Information Technologies.* – 2023. – URL: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2023.02.09>.
2. Zhang Y. Modeling and prediction of birth rate in China // *Advances in Economics, Management and Political Sciences.* – 2024. – URL: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/59/20231010>.
3. Chen Y. Model analysis on the birth rate in China // *Advances in Economics, Management and Political Sciences.* – 2023. – URL: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/58/20230915>.
4. Parmar P. Time series approach to forecasting birth rate in India // *International Journal of Science and Research (IJSR).* – 2024. – URL: <https://doi.org/10.21275/sr231229144243>.
5. Rodríguez G. Multilevel models in demography // *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences.* – 2015. – P. 48–56. – URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.31024-8>.
6. Billari F. Demography: fast and slow // *Population and Development Review.* – 2022. – Vol. 48. – P. 9–30. – URL: <https://doi.org/10.1111/padr.12464>.
7. Schoen R. Analyzing hyperstable population models // *Demographic Research.* – 2023. – URL: <https://doi.org/10.4054/demres.2023.49.37>.
8. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учебник для вузов: в 2 т. – 2-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.
9. Эконометрика : учебник / И. И. Елисеева [и др.] ; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
10. Доугерти К. Введение в эконометрику : учебник. – 3-е изд. – М. : Инфра-М, 2009. – 465 с.
11. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика : начальный курс : учебник. – М.: Дело, 2004.–576 с
12. Бернт Э. Р. Практика эконометрики: классика и современность / пер. с англ. ; под ред. С. А. Айвазяна. – М. : Инфра-М, 2005.
13. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике / науч. ред. С. А. Айвазян. – М. : Инфра-М, 2008. – 616 с.
14. *Central Asian Economic Review.* 2025; (6)
15. Kulinych E. I. *Ekonometriia [Econometrics].* – Moscow: Finansy i statistika, 2015. – 245 p.

16. Кулинич Е., Кулинич Р. Статистические методы прогнозирования показателей социально-экономического развития и способы оценки их результатов [Электронный ресурс]. – URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3606111> (жүгіну күні: 12.09.2025).

17. Kulynych O. I. The method of statistical equations dependencies: functionality and application criteria // Proceedings of the 19th International scientific-practical conference «Statistical methods and information technologies for the analysis of socio-economic development». – Khmelnytsky, 2019.

18. Рахметова Р. У. Әлеуметтік-экономикалық зерттеулердегі математикалық статистика әдіснамасы: параметрлік емес әдістер, тәуелділіктің статистикалық тендеулері: оқу құралы. – Астана: «Булатов А.Ж.» ЖК, 2025. – 198 б.

19. Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Статистика бойынша комитеті : ресми сайт. – URL: <https://www.stat.gov.kz/> (жүгіну күні: 21.09.2025).

REFERENCES

1. Ahiezer O., Tonitsa O., Heliarovska O., Serdiuk I., Aslandukov M. Advanced demographic situations based on lag models // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: System Analysis, Control and Information Technologies. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2023.02.09>.

2. Zhang Y. Modeling and prediction of birth rate in China // Advances in Economics, Management and Political Sciences. – 2024. – URL: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/59/20231010>.

3. Chen Y. Model analysis on the birth rate in China // Advances in Economics, Management and Political Sciences. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/58/20230915>.

4. Parmar P. Time series approach to forecasting birth rate in India // International Journal of Science and Research (IJSR). – 2024. – URL: <https://doi.org/10.21275/sr231229144243>.

5. Rodriguez G. Multilevel models in demography // International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. – 2015. – P. 48–56. – URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.31024-8>.

6. Billari F. Demography: fast and slow // Population and Development Review. – 2022. – Vol. 48. – P. 9–30. – URL: <https://doi.org/10.1111/padr.12464>.

7. Schoen R. Analyzing hyperstable population models // Demographic Research. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.4054/demres.2023.49.37>.

8. Aivazyan S. A., Mkhitarian V. S. Prikladnaya statistika. Osnovy ekonometriki : textbook : in 2 vols. – 2nd ed. – Moscow : UNITY-DANA, 2001. – 656 p. (In Russian).

9. Eliseeva I. I. (ed.) Ekonometrika : textbook. – 2nd ed. – Moscow : Finansy i statistika, 2005. – 576 p. (In Russian).

10. Dougherty C. Vvedenie v ekonometriku : textbook. – 3rd ed. – Moscow : INFRA-M, 2009. – 465 p. (In Russian).

11. Magnus Ya. R., Katyshev P. K., Peresetsky A. A. Ekonometrika: nachal'nyi kurs : textbook. – Moscow : Delo, 2004. – 576 p. (In Russian).

12. Berndt E. R. Praktika ekonometriki: klassika i sovremennost' / ed. by S. A. Aivazyan. – Moscow : INFRA-M, 2005. (In Russian).

13. Verbeek M. Putevoditel' po sovremennoi ekonometrike / ed. by S. A. Aivazyan. – Moscow : INFRA-M, 2008. – 616 p. (In Russian).

14. Central Asian Economic Review. 2025; (6)

15. Kulynych E. I. Ekonometriya [Econometrics]. – Moscow : Finansy i statistika, 2015. – 245 p. (In Russian).

16. Kulinich E., Kulinich R. Statisticheskie metody prognozirovaniya pokazatelei sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya i sposoby otsenki ikh rezul'tatov [Statistical methods for forecasting socio-economic development indicators and methods for evaluating their results] [Electronic resource]. – URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3606111> (accessed: 12.09.2025). (In Russian).

17. Kulynych O. I. The method of statistical equations dependencies: functionality and application criteria // Proceedings of the 19th International Scientific-Practical Conference «Statistical Methods and Information Technologies for the Analysis of Socio-Economic Development». – Khmelnytskyi, 2019. (In English).

18. Rakhmetova R. U. Aleumettik-ekonomikalyk zertteulerdegi matematikalyk statistika adisnamasy: parametrlik emes adister, taueildiliktin statistikalyk tendeuleri [Methodology of mathematical statistics in socio-economic research: nonparametric methods, statistical equations of dependence] : textbook. – Astana : Bulatov A. Zh. Publishing, 2025. – 198 p. (In Kazakh).

19. Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. Bureau of National Statistics: official website. – URL: <https://stat.gov.kz> (accessed: 05.11.2025)

METHODOLOGY OF STATISTICAL MODELING OF CAUSAL RELATIONSHIPS IN DEMOGRAPHIC TRENDS

R. U. Rakhmetova¹, K. A. Abenova^{2*}

¹Kyzylorda open university, Kyzylorda, Kazakhstan

²Narxoz University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

The purpose of the study is to justify the choice of a mathematical method for conducting an in-depth study of causal relationships in socio-economic processes based on a limited amount of statistical data using Kazakhstan as an example, as well as to develop a methodology for its application in accordance with the principles of interdisciplinary research. The relevance of the study is determined by the presence of methodological errors in scientific publications related to the incorrect use of mathematical methods in socio-economic research

Research methods – given the identified inadequacy of currently widely used regression models, a reasonable choice of mathematical methods in accordance with the research objective is proposed. A methodology for applying statistical dependence equations has been developed and a forecasting procedure using normative calculations based on this method is presented.

The value of the research results lies in presenting the complete procedure for applying the statistical dependence equation method using the example of identifying the causal relationship of the trend in the average annual population of the city of Almaty.

The study resulted in a statistical analysis of the main demographic indicators of the city of Almaty was conducted, including the average annual population, migration balance, birth rate, and the volume of natural increase. As a result of the constructed equation of statistical dependencies, it was calculated and proven that population growth in the city is primarily driven by internal migration flows within the country, accounting for 78.9% of the total impact. Since the migration factor is regulated among demographic indicators, a simulation forecast was made with limited values for this factor. On this basis, population regulation models were developed using specified planned values of the influencing factor

Key words: demography, migration balance, birth rate, statistical dependence equations, stable dependence, forecast.

Acknowledgment. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP23488200- Scientific and methodological foundations of interdisciplinary research of socio-economic processes of modern Kazakhstan: statistical and mathematical methods, computer technologies)

МЕТОДОЛОГИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ

Р. У. Рахметова¹, К.А. Абенова^{2*}

¹Кызылординский открытый университет, Кызылорда, Казахстан

²Университет «Нархоз», Алматы, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – обоснование выбора математического метода для проведения углубленного изучения причинно-следственных связей в социально-экономических процессах на основе ограниченного объема статистических данных на примере Казахстана, а также разработка методологии его применения в соответствии с принципами междисциплинарного исследования. Актуальность статьи обусловлена наличием методологических ошибок в научных публикациях, связанных с некорректным использованием математических методов в социально-экономических исследованиях.

Методы исследования – при выявленной неадекватности широко применяемых в настоящее время регрессионных моделей предложен обоснованный выбор математических методов в соответствии с целью исследования. Разработана методология применения уравнений статистической зависимости и представлена процедура прогнозирования с использованием нормативных расчетов по данному методу.

Ценность результатов исследования заключается в представлении полной процедуры применения метода уравнений статистической зависимости на примере выявления причинно-следственной связи тренда среднегодовой численности населения города Алматы.

Результаты исследования – проведен статистический анализ основных демографических показателей города Алматы, включая среднегодовую численность населения, сальдо миграции, уровень рождаемости и объем естественного прироста. В результате построенного уравнения статистических зависимостей, было рассчитано и доказано, что рост населения города в основном обусловлен внутренними миграционными потоками страны, доля влияния которых составляет 78,9%. Поскольку миграционный фактор является регулируемым среди демографических показателей, выполнен имитационный прогноз при ограниченных значениях данного фактора. На этой основе сформированы модели регулирования численности населения города с использованием заданных плановых значений факторов.

Ключевые слова: демография, сальдо миграции, рождаемость, уравнения статистической зависимости, устойчивая зависимость, прогноз.

Благодарность. Данное исследование финансировалось Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ГФ АР23488200 - Научно-методологические основы междисциплинарных исследований социально-экономических процессов современного Казахстана: статистико-математические методы, компьютерные технологии).

ОБ АВТОРАХ

Рахметова Рахила Умирзаковна – д.э.н., профессор. Кызылординский открытый университет, Кызылорда, Казахстан, email: rakhmetova@rambler.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4079-244X>

Абенова Кульзада Абдрахманова – PhD, ассоц.профессор, Университет «Нархоз», Алматы, Казахстан, email: Kulzada.abenova@narхоз.kz, ORCID: 0000-0002-7002-8688*