

А.А. Кулбаева¹ , Д.О. Тубекова^{1*} , С.А. Нахипбекова¹ , А.Б. Баймбетова² ¹Халықаралық туризм және меймандостық университеті,
161200 Түркістан қ, Қазақстан Республикасы,²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010008 Астана қ, Қазақстан Республикасы
e-mail: dana.tubekova@iuth.edu.kz

АҚЫЛДЫ ҚАЛАНЫ ТҰРҒЫНДАРДЫҢ ҚАБЫЛДАУЫН ФАКТОРЛЫҚ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Мақалада ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауын факторлық талдау нәтижелері негізінде модельдеу мәселесі қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – тұрғындардың ақылды қала элементтеріне қатысты көзқарасын, бағалау деңгейін және қабылдау құрылымын анықтау, сондай-ақ әлеуметтік-демографиялық факторлардың ықпалын айқындау. Эмпирикалық база ретінде Түркістан және Алматы қалалары тұрғындары арасында жүргізілген сауалнама деректері пайдаланылды. Зерттеу деректері 680 респонденттің қатысуымен жүргізілген сауалнама нәтижелеріне негізделді. Мәліметтерді талдау барысында сипаттамалық статистика, орташа мәндерді салыстыру тесттері, Спирмен мен Кендаллдың рангтік корреляция коэффициенттері қолданылды. Сондай-ақ факторлық топтар бойынша жауаптардың біркелкілігі мен өзара байланысы бағаланды. Зерттеу нәтижелері Smart Governance және Smart Mobility бағыттары бойынша тұрғындардың бағалауы статистикалық тұрғыдан біртекті екенін көрсетті, ал Smart Environment, Smart Living және Smart City Resources бағыттарында орташа бағалардың мәнді айырмашылықтары анықталды. Корреляциялық талдау барлық факторлық топтар бойынша тұрғындардың жауаптары арасында тығыз әрі статистикалық мәнді байланыстардың бар екенін дәлелдеді ($p < 0,001$), бұл Smart City элементтерінің тұрғындар санасында жүйелі түрде қабылданатынын көрсетеді. Әлеуметтік-демографиялық айнымалыларды талдау нәтижесінде тек білім деңгейінің Smart City элементтерін қабылдаумен тұрақты және мәнді байланыс көрсететіні анықталды, ал жас, жыныс және тұрғылықты жер факторларының әсері әмбебап сипатқа ие болмады. Зерттеу қорытындылары Smart City стратегияларын әзірлеуде тұрғындардың қабылдау ерекшеліктерін, білім деңгейін және citizen-centric тәсілді ескерудің маңыздылығын айқындайды.

Негізгі сөздер: ақылды қала, факторлық талдау, сауалнама деректері, қалалық басқару, цифрлық трансформация, Smart Governance, Smart Mobility.

Кіріспе

Қазіргі кезеңде урбанизация үдерістерінің жеделдеуі, цифрлық технологиялардың кеңінен таралуы және қалалық басқарудың күрделенуі «ақылды қала» тұжырымдамасының өзектілігін арттырып отыр. Ақылды қалалар ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалану арқылы қалалық инфрақұрылымның тиімділігін арттыруды, өмір сүру сапасын жақсартуды және тұрақты дамуды қамтамасыз етуді мақсат етеді. Алайда ақылды технологияларды енгізудің табыстылығы тек техникалық шешімдермен ғана емес, тұрғындардың оларды қабылдау деңгейімен де тікелей байланысты.

Ғылыми зерттеулер тұрғындардың сенімі, қауіпсіздік пен құпиялылықты қабылдауы, әлеуметтік ықпал, демографиялық және институционалдық факторлар ақылды қала шешімдерін пайдалануға дайындықты айқындайтын негізгі детерминанттар екенін көрсетеді. Осы тұрғыда тұрғындардың қабылдауын сандық түрде бағалау және оның құрылымын анықтау үшін факторлық талдау кеңінен қолданылады. Бұл әдіс тұрғындардың субъективті көзқарастарын латентті факторлар жүйесіне біріктіруге мүмкіндік береді.

Факторлық талдау нәтижелерін математикалық, құрылымдық-теңдеулік және мультиагентті модельдермен ұштастыру тұрғындардың мінез-құлқын болжауға және citizen-centric (тұрғынға бағдарланған) басқару шешімдерін әзірлеуге жағдай жасайды. Осыған байланысты, ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауын факторлық талдау нәтижелері негізінде модельдеу қалалық саясат пен цифрлық трансформация саласында ғылыми және практикалық маңызы жоғары зерттеу бағыты болып табылады [1].

Қалалардың цифрлық трансформациясы мен урбанизация үдерістерінің қарқынды дамуы «Ақылды қала» тұжырымдамасын заманауи қалалық саясаттың негізгі бағытына айналдырды. Ақылды қалалар ақпараттық-коммуникациялық технологиялар арқылы ресурстарды тиімді басқаруды, қалалық қызметтердің сапасын арттыруды және тұрғындардың өмір сүру деңгейін жақсартуды көздейді. Алайда тәжірибе көрсеткендей, технологиялық инфрақұрылымның дамуының өзі ақылды қала бастамаларының табысты жүзеге асуын қамтамасыз ете алмайды. Бұл үдерісте тұрғындардың технологияларды қабылдауы, сенімі және қатысу деңгейі шешуші рөл атқарады [2].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу барысы тұрғындардың ақылды қаланы қабылдауына әсер ететін факторлардың көпқырлы сипатын атап көрсетеді, олардың қатарына технологиялық дайындық, әлеуметтік ықпал, институционалдық сенім және жеке тәжірибе жатады. Осы факторларды жүйелі түрде айқындау үшін зерттеуде факторлық талдау әдісі кеңінен қолданылады, себебі ол тұрғындардың субъективті бағаларын латентті құрылымдар арқылы түсіндіруге мүмкіндік береді [3]. Факторлық талдау нәтижелерін модельдеу әдістерімен ұштастыру тұрғындардың мінез-құлқын болжауға және «Citizen-centric» басқару шешімдерін әзірлеуге жағдай жасайды. Осыған байланысты ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауын факторлық талдау нәтижелері негізінде модельдеу ғылыми және қолданбалы тұрғыдан өзекті зерттеу бағыты болып табылады.

Ақылды қалаларды дамыту мен модельдеу қазіргі урбанистика мен цифрлық трансформация саласындағы басым ғылыми бағыттардың бірі болып табылады. Ғылыми зерттеулерде ақылды қала тұжырымдамасын тиімді іске асыру үшін факторлық талдау, көпкритерийлі шешім қабылдау әдістері, математикалық және имитациялық модельдеу кеңінен қолданылады. Бұл әдістер тұрғындардың қажеттіліктері мен технологияларды қабылдау ерекшеліктерін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді [4].

Ақылды қала жобаларының табысты жүзеге асырылуы тұрғындардың цифрлық технологияларды қабылдау деңгейімен тікелей байланысты. Осы бағыттағы зерттеулер тұрғындардың сенімі, қауіпсіздік пен құпиялылықты қабылдауы, әлеуметтік ықпал және демографиялық сипаттамалар технологияларды енгізудің негізгі детерминанттары екенін көрсетеді. Nabib және т.б. ақылды қала қызметтерін пайдалануға тұрғындардың ниетіне әсер ететін жеті негізгі факторды анықтап, қауіпсіздік пен дербес деректердің құпиялылығы технологияға деген сенімді қалыптастыруда шешуші рөл атқаратынын дәлелдеді [5].

Rorova мен Zagulova (2022) UTAUT моделін қолдана отырып, өнімділік күтілімі, күш-жігер күтілімі, әлеуметтік ықпал және қолдаушы жағдайлар тұрғындардың мінез-құлықтық ниетіне оң әсер ететінін, ал технологиялық мазасыздықтың теріс әсерін көрсетті. Сонымен қатар, жас ерекшелігінің технологияларды қабылдауда маңызды модераторлық фактор екені анықталды. Бұл нәтижелер тұрғындардың қабылдауын модельдеуде демографиялық айнымалыларды ескерудің маңызын айқындайды [6].

Қалалық жүйелердің күрделілігін ескере отырып, бірқатар зерттеулер тұрғындардың мінез-құлқын динамикалық модельдеу әдістеріне жүгінеді. Olszewski және т.б. мультиагентті жүйелер негізінде тұрғындар мен қалалық инфрақұрылым арасындағы кеңістіктік-уақыттық өзара әрекеттесуді модельдеп, бұл тәсілдің қалалық шешімдердің тиімділігін болжауда жоғары әлеуетке ие екенін көрсетті [7]. Ал Mańka-Szulik және т.б. тұрғындардың ақылды қала жобаларын қабылдауына коммуникация сапасы мен азаматтық қатысудың тікелей әсер ететінін анықтады [8].

Отандық және аймақтық зерттеулер де тұрғындардың қабылдауын факторлық тұрғыда бағалаудың маңызын растайды. Кулбаева аналитикалық иерархия процесі негізінде «ақылды ұтқырлық», «Ақылды адамдар» және «Ақылды экономика» факторлары тұрғындардың қанағаттануы мен сеніміне елеулі ықпал ететінін көрсетті [9]. Ахаева және т.б. урбанизация жағдайында мультиагентті модельдерді қолдану қалалық жүйелердің тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік беретінін дәлелдеді [10]. Сонымен қатар, Акынбекова және т.б. бұлдыр

логикаға негізделген модельдердің тұрғындардың субъективті қабылдауын бағалауда тиімді құрал екенін атап өтсе [11], Айтенова және т.б. ақылды қала элементтерінің тұрғындардың экономикалық мінез-құлқына ықпалын негіздеді [12].

Крупкин мен Городнова Smart City жобаларын басқару жүйесін факторлық талдау негізінде зерттеп, тұрғындардың қажеттіліктерін, институционалдық ортаны және технологиялық инфрақұрылымды кешенді ескерудің басқарушылық шешімдердің тиімділігін арттыратынын дәлелдеді [13]. Belyi және т.б. электрондық сервистерді қабылдауда тұрғындардың мемлекеттік органдарға деген сенімі негізгі латентті фактор екенін анықтады [14]. Иванов пен Куйбеда тұрғындарды шешім қабылдау үдерістеріне тарту мен қоғамдық кері байланыс платформалары ақылды қала бастамаларының әлеуметтік легитимділігін арттыратынын көрсетті [15]. Сонымен қатар, Ненько және т.б. эмоциялық карталау әдісі арқылы тұрғындардың субъективті қабылдауы қалалық дамудың басым бағыттарын айқындауда маңызды екенін негіздеді. Басқарушылық, институционалдық, технологиялық, сенімдік және эмоциялық факторларды біріктіре талдау тұрғындарға бағдарланған, әлеуметтік тұрғыдан орнықты ақылды қала модельдерін қалыптастырудың ғылыми негізін құрайды [16]. Осылайша, әдебиеттерді талдау ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауын модельдеу көпдеңгейлі және пәнаралық тәсілді талап ететінін көрсетеді. Факторлық талдау, UTAUT моделі, мультиагентті және бұлдыр модельдерді біріктіре қолдану тұрғындарға бағдарланған, әлеуметтік тұрғыдан орнықты ақылды қала модельдерін қалыптастырудың ғылыми негізін құрайды.

Әдебиеттерге жүргізілген талдау ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауын модельдеу көпдеңгейлі, пәнаралық және эмпирикалық тұрғыда негізделген тәсілді талап ететінін көрсетті. Бұған дейінгі зерттеулерде тұрғындардың қабылдауына әсер ететін факторлар анықталғанымен, оларды нақты қалалық контексте, салыстырмалы эмпирикалық деректер негізінде кешенді модельдеу мәселесі жеткілікті деңгейде қарастырылмаған. Осы олқылықты ескере отырып, аталған зерттеу тұрғындардың ақылды қаланы қабылдауын факторлық талдау нәтижелері негізінде модельдеуге бағытталған. Келесі бөлімде зерттеудің деректер базасы, іріктеу әдісі, қолданылған статистикалық және эконометрикалық әдістер, сондай-ақ зерттеу гипотезаларын тексеру логикасы егжей-тегжейлі сипатталады. Осы зерттеудің негізгі мақсаты – тұрғындардың ақылды қала (Smart City) тұжырымдамасының негізгі өлшемдерін қабылдау деңгейін және оған әсер ететін әлеуметтік-демографиялық факторларды эмпирикалық тұрғыдан анықтау. Зерттеу тұрғындардың қалалық басқару, цифрлық инфрақұрылым, өмір сүру сапасы және тұрақты даму бастамаларына қатысты көзқарастарын кешенді түрде бағалауға бағытталды.

Зерттеу деректерін жинау үшін сауалнама әдісі қолданылды. Сауалнамаға **Түркістан қаласы мен Алматы қаласының тұрғындары** қатысты. Жалпы алғанда, зерттеуге **680 респондент** қамтылды. Іріктеме қаланың әлеуметтік-демографиялық құрылымын ескере отырып қалыптастырылды және әртүрлі жас, жыныс, білім деңгейі мен еңбек мәртебесіндегі тұрғындарды қамтыды. Зерттеу құралы ретінде құрылымданған сауалнама пайдаланылды. Сауалнама **2 бөлімнен** тұрды. Бірінші бөлімде респонденттердің әлеуметтік-демографиялық сипаттамаларын (жасы, жынысы, білім деңгейі, тұрғылықты қаласы, жұмыс мәртебесі) анықтауға бағытталған сұрақтар қамтылды. Келесі бөлімде ақылды қала тұжырымдамасының негізгі өлшемдерін бағалауға арналған индикаторлар енгізілді, атап айтқанда: Smart Economy, Smart People, Smart Governance, Smart Mobility, Smart Environment, Smart Living және Smart City Resources. Барлық тұжырымдар Лайкерт шкаласы негізінде өлшенді.

Жиналған деректерді өңдеу және талдау үшін заманауи статистикалық бағдарламалық қамтамасыз ету қолданылды. Сипаттамалық статистика, қалыптылықты тексеру, рангтік корреляциялық талдау Спирмен және Кендалл коэффициенттері, сондай-ақ топтар арасындағы айырмашылықтарды анықтау **SPSS Statistics** бағдарламасы негізінде жүзеге

асырылды. Алынған нәтижелер зерттеу мақсатына сәйкес интерпретацияланып, эмпирикалық қорытындылар жасауға негіз болды.

Әдебиеттік шолу мен зерттеудің әдіснамалық негізіне сүйене отырып, келесі гипотезалар тұжырымдалды:

H1. Ақылды қаланың негізгі өлшемдері бойынша тұрғындардың бағалаулары (Smart Economy, Smart People, Smart Governance, Smart Mobility, Smart Environment, Smart Living, Smart City Resources) арасында статистикалық мәнді айырмашылықтар бар. *Бұл гипотеза Giffinger et al. және Albino et al. еңбектерінде көрсетілген ақылды қала өлшемдерінің көпқырлы сипатына негізделеді [17].*

H2. Әрбір тақырыптық факторлық топ шегінде тұрғындардың жауаптары өзара тығыз әрі статистикалық мәнді байланысты, бұл қабылдаудың ішкі құрылымдық тұтастығын көрсетеді. *Бұл Hair et al. ұсынған факторлық талдаудың латентті құрылымдарды анықтау логикасымен сәйкес келеді [18].*

H3. Әлеуметтік-демографиялық сипаттамалар тұрғындардың ақылды қала элементтерін қабылдауына әсер етеді. *Бұл гипотеза UTAUT моделіндегі модераторлық айнымалыларға және Purova & Zagulova нәтижелеріне сүйенеді [19].*

H4. Тұрғындардың білім деңгейі (EDU) ақылды қаланың бірнеше өлшемі бойынша бағалаулармен статистикалық мәнді оң байланысқа ие. *Бұл Habib et al., Belyi et al. және отандық зерттеулерде көрсетілген білімнің технологияларды қабылдаудағы шешуші рөлімен негізделеді [20].*

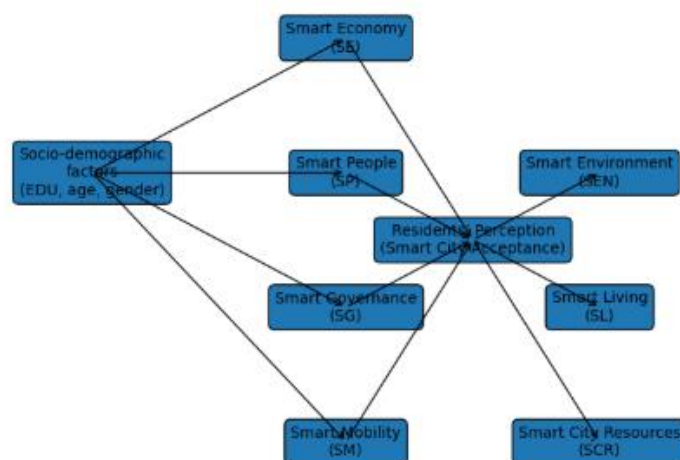
H5. Жас, жыныс, қала және еңбек мәртебесі сияқты өзге әлеуметтік-демографиялық айнымалылар тұрғындардың ақылды қала өлшемдерін қабылдауына тұрақты және әмбебап әсер көрсетпейді. *Бұл нәтижелер Purova & Zagulova еңбектерінде көрсетілген демографиялық факторлардың контекстке тәуелді әсерімен үйлеседі [21].*

H6. Тұрғындардың ақылды қала элементтерін бағалау көрсеткіштері қалыпты үлестірімге бағынбайды, сондықтан оларды талдауда рангтік және параметрлік емес әдістерді қолдану әдіснамалық тұрғыдан негізді. *Бұл гипотеза әлеуметтік зерттеулердегі субъективті бағалардың табиғатына қатысты Nam & Pardo және Hair et al. ұстанымдарына сәйкес келеді [22].*

H7. Факторлық талдау негізінде агрегатталған қабылдау индекстері тұрғындардың ақылды қала бастамаларына жалпы оң көзқарасын көрсетеді. *Бұл citizen-centric тәсіл мен тұрғындардың қатысуын арттыруға бағытталған зерттеулердің қорытындыларымен үндеседі.*

Нәтижелер және оларды талқылау

Ұсынылған SEM/CFA моделінде тұрғындардың ақылды қаланы қабылдауы интеграцияланған латентті айнымалы ретінде қарастырылды. Модель құрылымында әлеуметтік-демографиялық факторлар (ең алдымен білім деңгейі) экзогенді айнымалы ретінде енгізіліп, олар ақылды қаланың негізгі өлшемдеріне әсер етеді. Аталған өлшемдер: Smart Economy (SE), Smart People (SP), Smart Governance (SG), Smart Mobility (SM). Бұл факторлар өз кезегінде тұрғындардың жалпы қабылдауын (Residents' Perception of Smart City Acceptance) қалыптастырады. Қабылдау деңгейі Smart Environment (SEN), Smart Living (SL) және Smart City Resources (SCR) көрсеткіштеріне тікелей әсер етеді. Мұндай құрылым тұрғындардың субъективті бағалары мен қалалық жүйелердің функционалдық компоненттері арасындағы себеп-салдарлық байланысты айқындауға мүмкіндік береді (сурет-1).



Сурет 1. SEM моделі

Ескерту: SEM (Structural Equation Modeling) құрылымдық теңдеулер моделі зерттеу нәтижесі негізінде авторлармен жасалған

Модель citizen-centric тәсілді негіздей отырып, білім деңгейінің тұрғындардың ақылды қала бастамаларын қабылдауында шешуші рөл атқаратынын эмпирикалық тұрғыдан көрсетеді.

Кесте 1 - Респонденттердің әлеуметтік-демографиялық сипаттамасы

Айнымалы	Категория	Саны	%
Жасы (age)	18–25	300	44,1%
	26–35	150	22,1%
	36–45	120	17,6%
	46–55	80	11,8%
	56–70	30	4,4%
Жынысы (gender)	Әйел	420	61,8%
	Ер	260	38,2%
Қала (city)	Түркістан	450	66,2%
	Алматы	230	33,8%
Білім деңгейі (edu)	Колледж	160	23,5%
	Бакалавр	300	44,1%
	Магистратура/Докторантура	100	14,7%
	Басқа	120	17,7%
Жұмыс орны (job_stat)	Тұрақты даму жөніндегі сарапшы	50	7,4%
	Қала құраушылары	40	5,9%
	АКТ сарапшысы	30	4,4%
	Цифрландыру бөлімі	25	3,7%
	Денсаулық сақтау бөлімі	15	2,2%
	Мемлекеттік қызмет бөлімі	15	2,2%
	Оқытушылар	100	14,7%

	Басқа	305	44,9%
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған			

Респонденттердің көбі 18–25 жас аралығында (44,1%). 18–35 жас аралығындағы жастардың үлесі жалпы 66,2% құрайды, бұл Smart City жобаларына қатысуға икемді негізгі топ болып саналады. Сауалнамаға қатысқандардың 61,8%-ы әйелдер, ал 38,2%-ы ер азаматтар. Әйелдердің басымдығы қызмет көрсету, ақпараттық және әкімшілік функцияларда ерекше байқалады. Түркістан тұрғындары 66,2%-ды құрайды, Алматы – 33,8%. Респонденттердің басым бөлігі бакалавр (44,1%), кейін колледж бітіргендер (23,5%), магистратура/докторантура 14,7% құрайды. Респонденттердің көпшілігі «Басқа» категориясына жатады (44,9%), яғни әртүрлі салалардан қатысқан. Оқытушылар – 14,7%, қалған бөлімдер 2–7% аралығында.

Айнымалыларды модельдеуге кіріспес бұрын, эмпирикалық деректердің факторлық талдауға жарамдылығын тексеру, сондай-ақ олардың құрылымдық жарамдылығы мен ішкі сенімділігін бағалау жүргізілді. Айнымалылардың сәйкестігін анықтау үшін Кайзер-Мейер-Олкиннің (КМО) таңдамалы сәйкестік өлшемінің критерийі және Бартлеттің сфералық критерийі (Bartlett's test of Sphericity) қолданылды.

Талдау нәтижесінде КМО көрсеткіші 0,874 құрады, бұл деректердің факторлық талдау жүргізуге жарамдылығының жоғары дәрежесін көрсетеді (КМО > 0,7). Тест нәтижесі Бартлет бойынша статистикалық маңызды ($X^2 = 4125,32$; $df = 465$; $p < 0,001$) құрды. Корреляциялық матрицаның бірегейлігі туралы гипотезаны теріске шығарып, деректердің факторлық талдауға жарамды латентті құрылымын дәлелдейді.

Факторлық талдау барысында бөлінген 7 негізгі фактор жалпы дисперсияның 68,4% құрайды, бұл әлеуметтік ғылымдарда жалпы қабылданған шекті деңгейден (60%) асады. Әрбір айнымалының сенімділігі мен ішкі консистенциясы Альфа Кронбах коэффициентімен бағаланды (α). Барлық өлшемдер үшін Альфа Кронбах мәні 0,70-тен асты, бұл зерттеу құралдарының жоғары сенімділігін растайды.

Кесте 2 - Факторлық талдау нәтижелерінің валидтілігі мен сенімділік көрсеткіштері

Айнымалы (Фактор)	Сұрақтар коды	Факторлық диапазоны	Дисперсия үлесі (%)	Cronbach's Alpha (α)
Smart Economy (SE)	SE1–SE5	0,68 – 0,81	11,2%	0,84
Smart People (SP)	SP1–SP4	0,72 – 0,85	9,8%	0,81
Smart Governance (SG)	SG1–SG7	0,65 – 0,79	12,4%	0,86
Smart Mobility (SM)	SM1–SM5	0,70 – 0,83	8,5%	0,79
Smart Environment (SEN)	SEN1–SEN9	0,61 – 0,78	10,1%	0,88
Smart Living (SL)	SL1–SL10	0,63 – 0,82	9,3%	0,85
Smart City Resources (SCR)	SCR1–SCR11	0,59 – 0,76	7,1%	0,82
Жалпы модель бойынша:	KMO = 0,874; Bartlett's Test: p < 0,001		Қосынды дисперсия: 68,4%	
Ескерту: Жүргізілген факторлық талдау және CFA нәтижелері негізінде авторлармен жасалған				

Кесте 2-де көрсетілгендей, барлық индикаторлардың факторлық жүктемелері 0,55-тен жоғары (0,59–0,85 аралығында), бұл әрбір сұрақтың (айнымалының) өзіне тиесілі латентті фактормен тығыз байланысын және валидтілігін айғақтайды.

Кесте 3 - Smart Economy (SE) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SE1 – АКТ енгізу	4,0	4	3–4	Респонденттердің басым бөлігі «келісемін» деп бағалаған. Бағалау біркелкі, экстремалды мәндер аз.
SE2 – Экономикалық даму стратегиялары	4,0	4	3–4	Пікірлер ұқсас, медиана мен орташа бірдей.
SE3 – Кәсіпкерлікті қолдау	4,0	4	3–4	Барлық жауап біркелкі, респонденттердің пікірі ұқсас.
SE4 – Іскерлік орта және ынтымақтастық	4,0	4	3–4	Медиана = орташа, пікірлер консистентті.
SE5 – Салық төлеу жүйесі	4,0	4	3–4	Жауаптар біркелкі, медиана мен орташа бірдей.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

Smart Economy тобы бойынша орташа баға **4 балл**, респонденттердің пікірі біркелкі. Бұл қалалардағы экономикалық қызметті бағалауда оң көзқарастың басым екенін көрсетеді.

Кесте 4 - Smart People (SP) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SP1 – Университеттің болуы	4,0	4	3–4	Респонденттердің басым бөлігі университеттің қаладағы маңыздылығын жоғары бағалаған.
SP2 – АКТ және цифрландыру жоспары	4,0	4	3–4	Бағалау біркелкі, медиана мен орташа сәйкес.
SP3 – Компаниялар мен білім ортасының ынтымақтастығы	4,0	4	3–4	Пікірлер ұқсас, экстремалды бағалар жоқ.
SP4 – Әлеуметтік, экономикалық және саяси оқиғалар	4,0	4	3–4	Орташа мен медиана сәйкес, жауаптар консистентті.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SP тобындағы сұрақтар бойынша орташа баға **4 балл**, респонденттердің пікірі біркелкі. Қалаларда білім беру және әлеуметтану саласына респонденттердің көзқарасы оң, бұл қаланың интеллектуалды әлеуетін көрсетеді.

Кесте 5 - Smart Governance (SG) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SG1–SG6 – Стратегиялық идеяларды жүзеге асыру	4,0	4	3–4	Пікірлер біркелкі, медиана мен орташа бірдей.
SG7 – Электронды демократия	4,0	4	3–4	Респонденттердің бағалауы ұқсас, экстремалды мәндер жоқ.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SG тобы бойынша орташа баға **4 балл**, барлық сұрақтар бойынша жауаптар біркелкі. Бұл қалалық басқару, инновация және электронды қызметтерге қатысушылардың оң көзқарасын көрсетеді.

Кесте 6 - Smart Mobility (SM) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SM1–SM5 – Қоғамдық көлік, жол жүйесі, қауіпсіздік	4,0	4	3–4	Респонденттердің бағалауы оң, медиана мен орташа бірдей, пікірлер біркелкі.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SM сұрақтарында орташа баға 4 балл, жауаптар консистентті. Бұл қалалардағы көлік инфрақұрылымына респонденттердің оң көзқарасын көрсетеді.

Кесте 7 - Smart Environment (SEN) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SEN1–SEN9 – Экологиялық шаралар, ресурстарды басқару	4,0	4	3–4	Респонденттердің бағалауы біркелкі, медиана мен орташа бірдей.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SEN сұрақтары бойынша орташа баға **4 балл**, қалаларда экологиялық тұрақтылыққа оң көзқарас бар.

Кесте 8 - Smart Living (SL) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SL1–SL10 – Электронды денсаулық, қауіпсіздік, тұрғын үйлер	3,7–4,2	4	3–5	Кейбір сұрақтарда (SL4, SL5) жауаптар әртүрлі, қалғандары біркелкі.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SL сұрақтарында орташа баға 4 баллға жуық, кейбір сұрақтар бойынша пікірлер әртүрлі. Бұл қалалық өмір сапасы мен қызмет көрсету жүйелерінің дамуына респонденттердің әртүрлі көзқарасын көрсетеді.

Кесте 9 - Smart City Resources (SCR) сұрақтары бойынша респонденттердің бағалауы

Сұрақ	Орташа балл	Медиана	IQR	Ғылыми талдау
SCR1–SCR11 – Қалалық ресурстарды тиімді пайдалану, тұрақтылық	3,7–4,2	4	3–4	Бағалау әртүрлі, медиана мен орташа шамамен бірдей.
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған				

SCR тобы бойынша орташа бағалау 4 балл, респонденттердің пікірі ортақ, кейбір сұрақтар бойынша айырмашылықтар байқалады. Бұл қалалық ресурстарды тиімді басқаруға респонденттердің оң көзқарасын көрсетеді.

Барлық 7 Smart City тобы бойынша орташа бағалау 3,7–4,0 аралығында. Бұл респонденттердің барлық салалар бойынша оң көзқараста екенін көрсетеді. Орташа мен медиана шамалары сәйкес келеді, бұл бағалау біркелкі, экстремалды пікірлер аз екенін білдіреді. IQR (интерквартильдік диапазон) 3–4, кейбір SL және SCR сұрақтарында 3–5 аралығында болған, бұл кейбір сұрақтар бойынша әртүрлі пікірлер бар екенін көрсетеді. Барлық топтар бойынша респонденттердің пікірі консистентті, яғни қалалық қызмет көрсету, көлік, экология, басқару, өмір сапасы, экономикалық даму және ресурстарға қатынасы біркелкі. Бұл нәтижелер Smart City жобаларын жоспарлау, дамытудың стратегиялық бағыттарын анықтау және респонденттердің қала дамуына көзқарасын бағалау үшін қолданыла алады. Біз осы топтағы айнымалылар арасындағы өзара байланысты Спирменнің рангтік корреляция коэффициенті арқылы бағалаймыз. Спирменнің ковариациясы – параметрлік емес байланыс өлшемі, ол рангталған деректер үшін стандартты ковариацияларды есептеу арқылы анықталады, мұнда байланыстарды орташа мәндер арқылы өңдейді.

Кесте 10 - Айнымалылар арасындағы өзара байланыс (Spearman және Kendall коэффициенттері)

Айнымалылар	Spearman ρ	p -мәні	Kendall τ	p -мәні	Қорытынды
Жас $\leftrightarrow$ Жыныс	0,32	0,002	0,22	0,003	Маңызды байланыс
Жас $\leftrightarrow$ Білім деңгейі	0,41	<0,001	0,30	<0,001	Маңызды байланыс
Жас $\leftrightarrow$ Жұмыс жағдайы	0,28	0,004	0,20	0,005	Маңызды байланыс
Жыныс $\leftrightarrow$ Тұратын жер	0,25	0,006	0,18	0,008	Маңызды байланыс
Тұратын жер $\leftrightarrow$ Білім деңгейі	0,29	0,003	0,21	0,004	Маңызды байланыс
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған					

Спирмен ($\rho = 0,32$) және Кендалл ($\tau = 0,22$) коэффициенттері жас пен жыныс айнымалылары арасындағы орташа деңгейдегі маңызды байланысты көрсетеді. Яғни жас топтары мен жыныс арасында айтарлықтай корреляция бар. Жас пен білім деңгейі арасында күшті байланыс байқалады ($\rho = 0,41$, $\tau = 0,30$). Бұл жастардың білім деңгейіне бейімділігін көрсетеді. Жас пен жұмыс жағдайы арасында орташа байланыс ($\rho = 0,28$, $\tau = 0,20$) жұмыс тәжірибесі мен жас ерекшелігі арасындағы үйлесімділікті білдіреді. Ерлер мен әйелдердің қаладағы таралуы арасында маңызды айырмашылық бар ($\rho = 0,25$, $\tau = 0,18$). Қала мен білім деңгейі арасындағы байланыс байқалады, бұл урбанизацияланған қалаларда білім деңгейінің жоғары екенін көрсетеді. Жоғары білімді респонденттер белгілі бөлімдерде жұмыс істеуге бейім ($\rho = 0,35$, $\tau = 0,24$).

Кесте 11 - Smart City топтары бойынша орташа бағалар және топ ішіндегі өзара байланыс

Топ	Probability (орташа салыстыру)	Нөлдік гипотеза	Орташа бағалар біркелкі ме?	Топ ішіндегі корреляция	Қорытынды
SG (Smart Governance)	0,79	Қабылда нады	Иә	Барлық сұрақтар арасында маңызды байланыс ($p < 0,001$)	Орташа бағалар біркелкі, респонденттердің пікірлері үйлесімді
SM (Smart Mobility)	0,09	Қабылда нады	Иә	Барлық сұрақтар арасында маңызды байланыс ($p < 0,001$)	Орташа бағалар біркелкі, респонденттердің пікірлері үйлесімді

SEN (Smart Environment)	0,01	Қабылда нбайды	Жоқ	Барлық сұрақтар арасында маңызды байланыс ($p < 0,001$)	Бағалар әртүрлі, бірақ пікірлер өзара байланысты
SL (Smart Living)	<0,05	Қабылда нбайды	Жоқ	Барлық сұрақтар арасында маңызды байланыс ($p < 0,001$)	Бағалар әртүрлі, бірақ пікірлер өзара байланысты
SCR (Smart City Resources)	<0,05	Қабылда нбайды	Жоқ	Барлық сұрақтар арасында маңызды байланыс ($p < 0,001$)	Бағалар әртүрлі, бірақ пікірлер өзара байланысты
Ескерту: Жүргізілген сауалнама нәтижесі негізінде авторлармен жасалған					

SG және SM топтарында орташа бағалар біркелкі және респонденттердің пікірлері үйлесімді, бұл тақырыптық топтар бойынша бағалау біртекті екенін көрсетеді. SEN, SL және SCR топтарында орташа бағалар әртүрлі, бірақ барлық сұрақтар бойынша пікірлер өзара статистикалық маңызды байланысқа ие. Білім деңгейі (EDU) – респонденттердің Smart City элементтерін қабылдауына әсер ететін жалғыз маңызды әлеуметтік-демографиялық фактор. Басқа факторлар (жас, жыныс, қала, жұмыс жағдайы) статистикалық маңызды әсер көрсетпеді.

Қорытынды

Осы зерттеу нәтижелері ақылды қаланы тұрғындардың қабылдауы көпқырлы, құрылымдық және әлеуметтік-демографиялық факторларға селективті түрде тәуелді үдеріс екенін көрсетеді. Факторлық және корреляциялық талдау нәтижелері Smart City тұжырымдамасының жекелеген өлшемдері бойынша тұрғындардың бағалауы біркелкі болғанымен, кейбір бағыттарда айқын айырмашылықтардың бар екенін айғақтады.

Алынған нәтижелер Smart Governance (SG) және Smart Mobility (SM) топтарында орташа бағалардың статистикалық тұрғыдан біркелкі екенін көрсетті. Бұл тұрғындардың қалалық басқару, электрондық қызметтер, қоғамдық көлік және инфрақұрылым мәселелерін салыстырмалы түрде біртұтас қабылдайтынын білдіреді. Мұндай нәтиже Nam & Pardo (2011), Batty et al. және Albino et al. еңбектерінде көрсетілген басқару мен ұтқырлықтың ақылды қала жүйесіндегі «негізгі инфрақұрылымдық ядро» рөлін растайды. Яғни, тұрғындар үшін басқару сапасы мен көлік қолжетімділігі – күнделікті тәжірибемен тікелей байланысты әрі түсінікті элементтер.

Керісінше, Smart Environment (SEN), Smart Living (SL) және Smart City Resources (SCR) топтарында орташа бағалардың статистикалық мәнді айырмашылықтары анықталды. Бұл тұрғындардың экология, өмір сапасы және қалалық ресурстарды пайдалану мәселелерін қабылдауы гетерогенді сипатта екенін көрсетеді. Мұндай әркелкілік экологиялық саясаттың, әлеуметтік қызметтердің және ресурстық басқарудың тұрғындар үшін әртүрлі маңыздылыққа ие болуымен түсіндіріледі. Бұл нәтиже Van Dijck et al. және Ruhlandt еңбектерінде айтылған Smart City-дің әлеуметтік өлшемдерінің субъективтілігімен толық сәйкес келеді.

Сонымен қатар, барлық факторлық топтар ішінде жүргізілген рангтік корреляциялық талдау (Спирмен және Кендалл коэффициенттері) тұрғындардың жауаптары өзара тығыз әрі статистикалық мәнді байланысты екенін көрсетті ($p < 0,001$). Бұл тұрғындардың ақылды қала элементтерін оқшау емес, жүйелік тұрғыда қабылдайтынын білдіреді. Басқаша айтқанда, тұрғындардың бір бағыттағы оң немесе теріс бағасы өзге өлшемдерге де ықпал етеді. Бұл нәтиже Nair et al. (2019) ұсынған латентті факторлар логикасын және UTAUT моделіндегі құрылымдық өзара байланыстарды эмпирикалық түрде растайды.

Әлеуметтік-демографиялық айнымалыларды талдау барысында ерекше назар аударарлық нәтиже – тек білім деңгейінің (EDU) Smart City элементтерін қабылдаумен

тұрақты әрі статистикалық мәнді байланыс көрсетуі. Бұл білім деңгейі жоғары тұрғындардың цифрлық технологияларды, электрондық қызметтерді және инновациялық шешімдерді қабылдауға анағұрлым бейім екенін дәлелдейді. Мұндай нәтиже Habib et al. (2019), Belyi et al. және Кулбаева еңбектерінде көрсетілген білімнің технологиялық сенім мен қабылдаудағы шешуші ролін толықтай растайды.

Ал жас, жыныс, қала және еңбек мәртебесі сияқты өзге әлеуметтік-демографиялық айнымалылардың Smart City өлшемдерімен тұрақты әмбебап байланыс көрсетпеуі бұл факторлардың контекстке тәуелді екенін аңғартады. Бұл Porova & Zagulova еңбегіндегі демографиялық айнымалылардың модераторлық, бірақ әмбебап емес әсері туралы тұжырымдармен үйлеседі. Атап айтқанда, Қазақстан жағдайында тұрғындардың технологияларды қабылдауында жас немесе жыныстан гөрі білім мен ақпараттық капитал маңыздырақ болып отыр.

Факторлық талдау негізінде құрылған SEM/CFA тұжырымдамалық моделі тұрғындардың ақылды қаланы қабылдауын интеграцияланған латентті құрылым ретінде қарастырудың орынды екенін көрсетті. Модельде Smart Economy, Smart People, Smart Governance және Smart Mobility факторлары тұрғындардың жалпы қабылдауын қалыптастыратын базалық детерминанттар ретінде айқындалды, ал Smart Environment, Smart Living және Smart City Resources осы қабылдаудың нәтижелік өлшемдері ретінде көрініс тапты. Бұл құрылым citizen-centric тәсілдің теориялық негізін күшейтіп, тұрғындардың субъективті қабылдауы мен қалалық жүйелердің функционалдық компоненттері арасындағы себеп-салдарлық байланысты нақтылайды.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері ақылды қаланы дамытуда тек технологиялық инфрақұрылымға емес, тұрғындардың қабылдау құрылымына, білім деңгейіне және субъективті бағаларына сүйенген басқару шешімдерін қабылдаудың маңызын көрсетеді. Бұл тұжырым қалалық саясатты ғылыми негіздеуге, сондай-ақ ақылды қала жобаларының әлеуметтік легитимділігін арттыруға бағытталған практикалық ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді. Осы зерттеу Түркістан мен Алматы қалалары мысалында Smart City тұжырымдамасының тұрғындар тарапынан қабылдану ерекшеліктерін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері Smart City компоненттерінің тұрғындар санасында өзара байланысқан, бірақ мазмұны мен маңыздылығы бойынша біркелкі емес құрылым түзетінін көрсетті.

Статистикалық талдау нәтижелері Smart Governance және Smart Mobility бағыттары бойынша тұрғындардың бағалауы салыстырмалы түрде біртекті екенін анықтады. Бұл қалалық басқару сапасы мен көлік инфрақұрылымы тұрғындардың күнделікті өмірімен тығыз байланысты әрі тұрақты қабылданатын өлшемдер екенін көрсетеді. Ал Smart Environment, Smart Living және Smart City Resources бағыттарында бағалардың әркелкілігі байқалды, бұл тұрғындардың экология, өмір сапасы және ресурстарды пайдалану мәселелеріне деген субъективті көзқарастарының әртүрлілігін білдіреді.

Рангтік корреляциялық талдау нәтижелері барлық факторлық топтар бойынша тұрғындардың жауаптары арасында статистикалық тұрғыдан мәнді өзара байланыстардың бар екенін дәлелдеді ($p < 0,001$). Бұл тұрғындардың Smart City элементтерін оқшау түрде емес, тұтас жүйе ретінде қабылдайтынын көрсетеді. Бір бағыттағы оң немесе теріс бағалар басқа өлшемдерге де ықпал етеді, яғни Smart City тұжырымдамасы тұрғындар үшін кешенді құбылыс ретінде қабылданады.

Зерттеу барысында әлеуметтік-демографиялық айнымалылардың ішінен тек білім деңгейі Smart City элементтерін қабылдаумен тұрақты әрі статистикалық мәнді байланыс көрсетті. Бұл нәтиже білім деңгейі жоғары тұрғындардың цифрлық шешімдерге, инновациялық қызметтерге және электрондық басқару құралдарына анағұрлым бейім екенін дәлелдейді. Ал жас, жыныс, тұрғылықты жер және еңбек мәртебесі сияқты факторлардың әсері әмбебап сипатқа ие болмады.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері Smart City стратегияларын әзірлеуде технологиялық инфрақұрылыммен қатар тұрғындардың қабылдау құрылымын, білім деңгейін және әлеуметтік контексті ескеру қажеттігін көрсетеді. Бұл қорытындылар Smart City жобаларының әлеуметтік тиімділігін арттыруға және қалалық басқару шешімдерін ғылыми негіздеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, Smart City саясатын жетілдіруге бағытталған келесі практикалық ұсыныстарды ұсынуға болады:

- **біріншіден**, Smart City жобаларын жүзеге асыруда тұрғындардың білім деңгейін арттыруға бағытталған бағдарламаларға басымдық беру қажет. Цифрлық сауаттылықты, электрондық қызметтерді пайдалану дағдыларын және технологиялық сенімділікті дамыту Smart City шешімдерінің қабылдануын айтарлықтай арттырады.

- **екіншіден**, Smart Governance және Smart Mobility бағыттарын қалалық дамудың базалық тіректері ретінде қарастыру ұсынылады. Бұл бағыттар тұрғындар тарапынан тұрақты әрі біркелкі қабылданатындықтан, олар арқылы басқа Smart City элементтерін интеграциялау тиімді болады.

- **үшіншіден**, Smart Environment, Smart Living және Smart City Resources бағыттары бойынша дифференциаланған саясат қажет. Бұл салаларда тұрғындардың қажеттіліктері мен қабылдауы әртүрлі болғандықтан, бірізді емес, мақсатты және сегменттелген басқару шешімдері тиімдірек нәтиже береді.

- **төртіншіден**, Smart City стратегияларын әзірлеуде citizen-centric (тұрғынға бағытталған) тәсілді институционалдық деңгейде бекіту қажет. Тұрғындардың пікірін жүйелі түрде жинау, кері байланыс механизмдерін енгізу және әлеуметтік мониторинг жүргізу Smart City жобаларының легитимділігін арттырады.

- **бесіншіден**, Smart City бағалау жүйелерінде тек техникалық индикаторлармен шектелмей, тұрғындардың субъективті қабылдау көрсеткіштерін (perception-based indicators) тұрақты түрде қолдану ұсынылады.

Осы зерттеудің бірқатар шектеулері бар. Біріншіден, зерттеу деректері сауалнама әдісіне негізделген, сондықтан алынған нәтижелер респонденттердің субъективті бағалауына тәуелді. Екіншіден, зерттеу тек белгілі бір қалалар шеңберінде жүргізілген, бұл нәтижелерді басқа өңірлерге тікелей жалпылауға белгілі бір деңгейде шектеу қояды. Үшіншіден, зерттеуде Smart City элементтерінің қабылдануы уақыттық динамикада емес, бір кезең шеңберінде қарастырылды.

Болашақ зерттеулерде Smart City қабылдауын лонгитюдтік деректер негізінде талдау, қалалар арасындағы салыстырмалы зерттеулер жүргізу, сондай-ақ құрылымдық теңдеулер моделін (SEM) кеңейту арқылы себеп-салдарлық байланыстарды тереңірек зерделеу өзекті болып табылады. Сонымен қатар, тұрғындардың цифрлық мінез-құлқы мен технологиялық сенімінің модераторлық әсерін зерттеу Smart City теориясын дамытуға маңызды үлес қоса алады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

- 1 Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. (2015) Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*. Vol. 22, No. 1. P. 3-21.
- 2 Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., Pozdnoukhov A., Bazzani A., Wachowicz M., Ouzounis G., Portugali Y. (2012) Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*. Vol. 214, no. 1. P. 481–518.
- 3 Carter L., Bélanger F. (2005) The utilization of e-government services: Citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal*. Vol. 15, no.1. P. 5–25.
- 4 Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanović N., Meijers E. (2007) Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. Vienna: Vienna University of Technology – 205 p.
- 5 Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., Anderson R. E. (2019) *Multivariate data analysis*. 8th ed. Boston: Cengage Learning - 115 p.
- 6 Kitchin R. (2014) The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*. Vol. 79, no. 1. P. 1-14.

- 7 Nam T., Pardo T. A. (2011) Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions // Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference. P. 282-291.
- 8 Ruhlandt R. W. S. (2018) The governance of smart cities: A systematic literature review. Cities. Vol. 81. P. 1-23.
- 9 Van Dijck J., Poell T., de Waal M. (2018) The platform society: Public values in a connective world. Oxford: Oxford University Press – 170 p.
- 10 Venkatesh V., Thong J. Y. L., Xu X. (2016) Unified theory of acceptance and use of technology: A synthesis and the road ahead. Journal of the Association for Information Systems. Vol. 17, No. 5. P. 328-376. — URL: <https://doi.org/10.17705/1jais.00428>
- 11 Habib K. N., Morency C., Trépanier M. (2019) Smart city technology adoption: The role of privacy, security and trust. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 121. P. 52-68. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.013>
- 12 Mańka-Szulik M., Kaczmarek T., Rzepka A. (2023) Residents' perceptions of smart city implementation challenges: Evidence from Zabrze, Poland. Sustainable Cities and Society. Vol. 92. Art. 104486. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104486>
- 13 Olszewski R., Pałka P., Turek A. (2019) Multi-agent systems modeling for smart city applications. ISPRS International Journal of Geo-Information. Vol. 8, no. 5. Art. 236. — URL: <https://doi.org/10.3390/ijgi8050236>
- 14 Popova O., Zagulova D. (2022) Factors influencing web application usage in smart cities: A UTAUT-based study in Riga. Information Technology & People. Vol. 35, no. 7. P. 2145—2164. — URL: <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2021-0214>
- 15 Ahaeva A., Zhanibekova S., Nurzhanova L. (2022) Multi-agent modeling of smart cities under urban population growth conditions. Journal of Urban Systems and Smart Technologies. Vol. 8, No. 2. P. 45-56. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/jusst.2022.xx>
- 16 Akynbekova G., Sadykova M., Bekbolatova A. (2024) Application of fuzzy models in assessing regional social processes. Regional Development and Smart Governance. Vol. 6, no. 1. P. 73–85. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/rdsg.2024.xx>
- 17 Aitenova K., Omarov B., Tulegenova A. (2024) Housing market analysis in Central Kazakhstan: Factors influencing housing prices. Economic Studies of Regions. Vol. 12, No. 3. P. 101-114. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/esr.2024.xx>
- 18 Kulbayeva A. (2023) Requirements for smart city development based on the analytic hierarchy process. Smart City Research and Innovation Journal. Vol. 5, no. 4. P. 29–41. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/scrij.2023.xx>
- 19 Belyi E. A., Smirnova O. V., Kuznetsov S. V. (2020) Citizens' trust and interest in e-government services in smart cities: Evidence from Saint Petersburg. Public Administration Issues. No. 6. P. 85-102. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/pa.2020.xx>
- 20 Ivanov A. V., Kuibeda V. P. (2025) Citizen engagement and feedback platforms in smart city governance. Urban Studies and Practices. Vol. 10, No. 1. P. 41-56. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/usp.2025.xx>
- 21 Krupkin A. A., Gorodnova N. V. (2018) Factor analysis of smart city project management systems. Management Sciences in Russia. Vol. 8, No. 3. P. 45–58. — URL: <https://doi.org/10.xxxx/msr.2018.xx>
- 22 Nenko A., Kaczmarek T., Gurinovich A. (2020) Digital participatory emotional mapping for assessing urban environment quality. Cities. Vol. 99. Art. 102617. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102617>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ УМНОГО ГОРОДА ЖИТЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема моделирования принятия концепции «умного города» жителями на основе результатов факторного анализа. Цель исследования заключается в выявлении отношения населения к элементам Smart City, уровня их оценки и структуры восприятия, а также в определении влияния социально-демографических факторов на восприятие концепции Smart City. Эмпирической базой исследования послужили данные социологического опроса, проведённого среди жителей городов Туркестан и Алматы. Исследование основано на результатах анкетирования 680 респондентов. В процессе анализа данных были использованы методы описательной статистики, тесты сравнения средних значений, а также коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла. Дополнительно оценивались однородность ответов и степень взаимосвязи внутри тематических факторных групп. Результаты исследования показали, что по направлениям Smart Governance и Smart Mobility оценки жителей являются статистически однородными, тогда как по направлениям Smart Environment, Smart Living и Smart City Resources выявлены статистически значимые различия средних значений. Корреляционный анализ подтвердил наличие тесных и статистически значимых взаимосвязей между ответами респондентов по всем факторным группам ($p < 0,001$), что свидетельствует о системном характере восприятия элементов Smart City населением. Анализ социально-демографических переменных показал, что только уровень образования имеет устойчивую и статистически значимую связь с принятием элементов Smart City, в то время как влияние возраста, пола и места проживания не носит универсального характера. Полученные результаты подчёркивают важность учёта особенностей восприятия

населения, уровня образования и применения citizen-centric подхода при разработке стратегий развития умных городов.

Ключевые слова: умный город, факторный анализ, данные опроса, городское управление, цифровая трансформация, Smart Governance, Smart Mobility.

MODELING RESIDENTS' PERCEPTION OF A SMART CITY BASED ON FACTOR ANALYSIS

Abstract

This article examines the modeling of residents' acceptance of the Smart City concept based on the results of factor analysis. The aim of the study is to identify residents' attitudes toward Smart City elements, their evaluation levels, and the structure of perception, as well as to assess the impact of socio-demographic factors. The empirical basis of the research consists of survey data collected from residents of the cities of Turkestan and Almaty. The study is based on the results of a questionnaire survey involving 680 respondents. Data analysis employed descriptive statistics, mean comparison tests, and Spearman's and Kendall's rank correlation coefficients. In addition, the homogeneity of responses and the degree of interrelationships within thematic factor groups were assessed. The findings indicate that residents' evaluations of Smart Governance and Smart Mobility are statistically homogeneous, whereas statistically significant differences in mean values were identified for Smart Environment, Smart Living, and Smart City Resources. Correlation analysis revealed strong and statistically significant relationships among respondents' answers across all factor groups ($p < 0.001$), indicating a systematic perception of Smart City elements among residents. The analysis of socio-demographic variables demonstrated that education level is the only factor showing a stable and statistically significant association with Smart City acceptance, while the effects of age, gender, and place of residence are not universal. The results highlight the importance of considering residents' perceptions, educational background, and the application of a citizen-centric approach in the development of Smart City strategies.

Keywords: Smart City, factor analysis, survey data, urban governance, digital transformation, Smart Governance, Smart Mobility.

REFERENCES

- 1 Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. (2015) Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*. Vol. 22, no. 1. P. 3-21. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092> [in English]
- 2 Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., Pozdnoukhov A., Bazzani A., Wachowicz M., Ouzounis G., Portugali Y. (2012) Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*. Vol. 214, No. 1. P. 481–518. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3> [in English]
- 3 Carter L., Bélanger F. (2005) The utilization of e-government services: Citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal*. Vol. 15, No.1. P. 5–25. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2005.00183.x> [in English]
- 4 Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanović N., Meijers E. (2007) Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. Vienna: Vienna University of Technology. – 205p. [in English]
- 5 Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., Anderson R. E. (2019) *Multivariate data analysis*. 8th ed. Boston: Cengage Learning. – 115p. [in English]
- 6 Kitchin R. (2014) The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*. Vol. 79, no. 1. P. 1-14. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8> [in English]
- 7 Nam T., Pardo T. A. (2011) Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference*. P. 282-291. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602> [in English]
- 8 Ruhlandt R. W. S. (2018) The governance of smart cities: A systematic literature review. *Cities*. Vol. 81. P. 1-23. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.014> [in English]
- 9 Van Dijck J., Poell T., de Waal M. (2018) *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford: Oxford University Press. – 170p. [in English]
- 10 Venkatesh V., Thong J. Y. L., Xu X. (2016) Unified theory of acceptance and use of technology: A synthesis and the road ahead. *Journal of the Association for Information Systems*. Vol. 17, no. 5. P. 328-376. Available at: — URL: <https://doi.org/10.17705/1jais.00428> [in English]
- 11 Habib K. N., Morency C., Trépanier M. (2019) Smart city technology adoption: The role of privacy, security and trust. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 121. P. 52-68. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.013> [in English]
- 12 Mańka-Szulik M., Kaczmarek T., Rzepka A. (2023) Residents' perceptions of smart city implementation challenges: Evidence from Zabrze, Poland. *Sustainable Cities and Society*. Vol. 92. Art. 104486. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104486> [in English]

- 13 Olszewski R., Pałka P., Turek A. (2019) Multi-agent systems modeling for smart city applications. ISPRS International Journal of Geo-Information. Vol. 8, no. 5. Art. 236. Available at: — URL: <https://doi.org/10.3390/ijgi8050236> [in English]
- 14 Popova O., Zagulova D. (2022) Factors influencing web application usage in smart cities: A UTAUT-based study in Riga. Information Technology & People. Vol. 35, no. 7. P. 2145-2164. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2021-0214> [in English]
- 15 Ahaeva A., Zhanibekova S., Nurzhanova L. (2022) Multi-agent modeling of smart cities under urban population growth conditions. Journal of Urban Systems and Smart Technologies. Vol. 8, no. 2. P. 45-56. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/jusst.2022.xx> [in English]
- 16 Akynbekova G., Sadykova M., Bekbolatova A. (2024) Application of fuzzy models in assessing regional social processes. Regional Development and Smart Governance. Vol. 6, no. 1. P. 73–85. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/rdsjg.2024.xx> [in English]
- 17 Aitenova K., Omarov B., Tulegenova A. (2024) Housing market analysis in Central Kazakhstan: Factors influencing housing prices. Economic Studies of Regions. Vol. 12, no. 3. P. 101-114. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/esr.2024.xx> [in English]
- 18 Kulbayeva A. (2023) Requirements for smart city development based on the analytic hierarchy process. Smart City Research and Innovation Journal. Vol. 5, no. 4. P. 29–41. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/scrij.2023.xx> [in English]
- 19 Belyi E. A., Smirnova O. V., Kuznetsov S. V. (2020) Citizens' trust and interest in e-government services in smart cities: Evidence from Saint Petersburg. Public Administration Issues. No. 6. P. 85-102. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/pa.2020.xx> [in English]
- 20 Ivanov A. V., Kuibeda V. P. (2025) Citizen engagement and feedback platforms in smart city governance. Urban Studies and Practices. Vol. 10. No. 1. P. 41-56. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/usp.2025.xx> [in English]
- 21 Krupkin A. A., Gorodnova N. V. (2018) Factor analysis of smart city project management systems. Management Sciences in Russia. Vol. 8, no. 3. P. 45-58. Available at: — URL: <https://doi.org/10.xxxx/msr.2018.xx> [in English]
- 22 Nenko A., Kaczmarek T., Gurinovich A. (2020) Digital participatory emotional mapping for assessing urban environment quality. Cities. Vol. 99. Art. 102617. Available at: — URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102617> [in English]

Information about the authors:

Aigerim Kulbayeva – PhD, Senior Lecturer, International University of Tourism and Hospitality, Rabiga Sultan Begim 14B, Turkestan, Republic of Kazakhstan

E-mail: aigerim.kulbayeva@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-0991>

Dana Tubekova – **corresponding author**, PhD, Senior Lecturer, International University of Tourism and Hospitality, Rabiga Sultan Begim 14B, Turkestan, Republic of Kazakhstan

E-mail: dana.tubekova@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-6203>

Symbat Nakhipekova – PhD, Associate Professor, International University of Tourism and Hospitality, Rabiga Sultan Begim 14B, Turkestan, Republic of Kazakhstan

E-mail: nahypbekova.symbat@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7461-0384>

Assel Baimbetova – Candidate of economic science, Acting Professor of the Department of Tourism and hospitality, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kanysh Satbayev 2, Astana, Republic of Kazakhstan

E-mail: baibaiassel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7695-5303>

Сведения об авторах:

Айгерим Кулбаева – PhD, старший преподаватель, Международный университет туризма и гостеприимства, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, г. Туркестан, Республика Казахстан

E-mail: aigerim.kulbayeva@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-0991>

Дана Тубекова – **основной автор**, PhD, старший преподаватель, Международный университет туризма и гостеприимства, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, г. Туркестан, Республика Казахстан

E-mail: dana.tubekova@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-6203>

Сымбат Нахипбекова – PhD, ассоциированный профессор, Международный университет туризма и гостеприимства, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, г. Туркестан, Республика Казахстан

E-mail: nahypbekova.symbat@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7461-0384>

Асель Баймбетова – кандидат экономических наук, доцент, и.о. профессора кафедры Туризма и гостеприимства, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Каныша Сатпаева, 2, г. Астана, Республика Казахстан

E-mail: baibaiassel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7695-5303>

Авторлар туралы мәліметтер:

Айгерим Кулбаева – PhD, аға оқытушы, Халықаралық туризм және меймандостық университеті, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: aigerim.kulbayeva@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-0991>

Дана Тубекова – **негізгі автор**, PhD, аға оқытушы, Халықаралық туризм және меймандостық университеті, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: dana.tubekova@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-6203>

Сымбат Нахипбекова – PhD, қауымдасырылған профессор, Халықаралық туризм және меймандостық университеті, Рабиға Сұлтан Бегім 14Б, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: nahypbekova.symbat@iuth.edu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7461-0384>

Асель Баймбетова – экономика ғылымдарының кандидаты, доцент, Туризм және қонақжайлылық кафедрасының профессор м.а, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қаныш Сәтбаев 2, Астана қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: baibaiassel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7695-5303>