ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

М. Тынышбаев атындағы көлік инженериясы және логистика мектебі
«Логистика» білім беру бағдарламасының бағыты

Абайбекова Еңлік Ерболсынқызы

Экологиялық таза көлікті қалаларда дамыту перспективалары: қиындықтары мен шешімдері.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В11301 - Көлік қызметтері

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Көлік инженериясы және логистика мектебі

«Логистика» білім беру бағдарламасының бағыты

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Логистика» білім беру
Бағдарламасының басшысының
міндетін атқарушы, т.ғ.к., доцент
_____ Бектилевов А.Ю.
«05» 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Экологиялық таза көлікті қалаларда дамыту перспективалары: қиындықтары мен шешімдері

6В11301 - Көлік қызметтері

Орындаған
Абайбекова Е.Е.
Ғылыми жетекшісі:
Болатқызы С.Б.

Рецензент:
_____
_____

«04» 06 2025 ж.

«05» мамыр 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

М. Тынышбаев атындағы көлік инженериясы және логистика мектебі

«Логистика» білім беру бағдарламасының бағыты

6В11301 - Көлік қызметтері

БЕКІТЕМІН
«Логистика» білім беру
бағдарламасының
басшысы, т.ғ.к., доцент
_____ Муханова Г.С.
«29» қаңтар 2025 ж.

Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Абайбекова Еңлік Ерболсынқызы

Тақырыбы: Экологиялық таза көлікті қалаларда дамыту перспективалары: қиындықтары мен шешімдері.

Басқарма мүшесі – академиялық мәселелер жөніндегі проректор Р. К. Ускенбаеваның 29.01.2025 ж. № 26-Ө / Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «03» маусым 2025 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: экологиялық көлікті дамытудың мүмкіндіктері мен шешімдері

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) экологиялық көлік жүйесі;

б) алматы қаласындағы экологиялық таза көлік жүйесінің қиындықтары мен мәселелерін талдау;

в) электр көліктерге жаппай көшу инфрақұрылымының тиімділігін есептеу.

Графикалық материалдар тізімі: 2 сурет және 7 кестеде көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Brinson, L. C., & Guzman, F. (2021, July 7). How much air pollution comes from cars? HowStuffWorks. https://auto.howstuffworks.com/air-pollution-from-cars.htm

2 Charly, A., & Caulfield, B. (2025). Transport emission modelling based on a bottom-up approach to facilitate sustainable transport planning. Sustainable Futures, 100435. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100435

3 Gupta, A., & Madhu, E. (2024). Optimization of transport sustainability index to conserve resources: A case study of Delhi, India. Case Studies on Transport Policy, 101316. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.1013

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Экологиялық көлік жүйесі туралы жалпы түсінік	11.03.2025	Орындалды
Алматы қаласындағы экологиялық таза көлік жүйесінің қиындықтары мен мәселелерін талдау	06.04.2025	Орындалды
Экологиялық көлікті дамытудың мүмкіндіктері мен шешімдері	02.05.2025	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған

қолдары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, Т.А.Ә. (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Норма бақылаушы	Болатқызы С., э.ғ.к., қауымдастырылған профессор	04.06.2025	

Ғылыми жетекші _____ Болатқызы С.Б.
(қолы)

Білім алушы тапсырманы орындауға алды _____ Абайбекова Е.Е.
(қолы)

Күні «__» _____ 2025 ж.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 3
1 ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨЛІК ЖҮЙЕСІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ ТҮСІНІК 4
1.1 Экологиялық таза көлік ұғымы, көлік шығарындыларының адам денсаулығы мен экожүйеге әсері 4
1.2 Көлік шығарындыларының Алматы қаласындағы экологиялық жағдайға әсері 7
1.3 Қазақстан және шетел экологиялық көлік жүйесіндегі жүзеге асырылған жобалар 10
2 АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА КӨЛІК ЖҮЙЕСІНІҢ ҚИЫНДЫҚТАРЫ МЕН МӘСЕЛЕЛЕРІН ТАЛДАУ 13
2.1 Экологиялық көлікке көшуде туындайтын техникалық және логистикалық мәселелерді саралау 13
2.2 Тұрғындардың қоғамдық көлікке сенімсіздігі, қаржылық кедергілерді және жеке көлікке тәуелділігін талдау 14
2.3 Алматы қаласына экологиялық көлік жүйесін енгізудегі негізгі қиындықтар 18
3 ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨЛІКТІ ДАМЫТУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ШЕШІМДЕРІ 22
3.1 Алматы қаласында экологиялық көлік жүйесін енгізу жолдары мен шешімдері 22
3.2 Электр көліктерге жаппай көшу инфрақұрылымының тиімділігін есептеу . 30
ҚОРЫТЫНДЫ 36
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 37

АҢДАТПА

Экологиялық көлікті дамыту – қалалардағы ауаның сапасын жақсартып, қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтудың негізгі жолы.

Бұл жұмыста экологиялық таза көлік жүйесін енгізудің маңызы, Алматы қаласындағы жағдайы, және халықаралық тәжірибелер талданады. Қазақстандағы және шетелдегі табысты жобалар, техникалық, қаржылық және институционалдық кедергілер сипатталып,. оларға ұсынылатын шешімдер қарастырылған. Веложолдар, жаяу жүргіншілер инфрақұрылымы, электр және газбен жүретін көліктерді кеңейту жолдары қамтылды.

Мемлекеттік ынталандыру, салықтық жеңілдіктер және цифрлық жүйелердің рөлі де зерттелді. Жұмыста экологиялық көлікке көшу үшін ұсыныстар мен болашақ даму бағыттары берілді.

АННОТАЦИЯ

Развитие экологически чистого транспорта является ключом к улучшению качества воздуха в городах и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

В данной работе рассматривается актуальность внедрения устойчивых транспортных систем, анализируется ситуация в Алматы, а также изучаются международные примеры. Описаны успешные проекты в Казахстане и за рубежом, раскрыты технические, финансовые и институциональные барьеры. Также предложены решения: расширение велоинфраструктуры, развитие электрического и газового общественного транспорта.

Особое внимание уделено государственной поддержке, налоговым льготам и цифровому контролю. Представлены предложения и траектория дальнейшего устойчивого развития.

ANNOTATION

The development of eco-friendly transport is essential for improving urban air quality and reducing environmental harm.

This paper explores the importance of implementing sustainable transport systems, with a focus on the case of Almaty and selected international practices. It analyzes technical, financial, and institutional barriers and highlights successful projects in Kazakhstan and abroad. Solutions such as expanding bike and pedestrian infrastructure, promoting electric and gas-powered public transport are discussed.

КІРІСПЕ

Зерттеудің өзектілігі. Қазіргі таңда урбанизацияның жеделдеуімен қатар, қалаларда экологиялық мәселелер де ушығып отыр. Алматы қаласы – Қазақстандағы ірі мегаполис ретінде көлік құралдарынан бөлінетін зиянды шығарындылардың жоғары деңгейімен ерекшеленеді. Атмосфералық ауаның ластануында автокөлік үлесі басым, бұл жағдай халық денсаулығына және қала өмірінің сапасына тікелей әсер етеді. Осыған байланысты көлік саласын экологиялық таза, энергия тиімді технологиялармен жаңғырту қажеттілігі туындап отыр. Халықаралық тәжірибе негізінде орнықты көлік жүйелеріне көшу қалалық ортадағы экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етудің басты шарты болып саналады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - Алматы қаласының көлік жүйесін экологиялық талаптарға бейімдеу арқылы зиянды шығарындылар мен көлік тығындарының деңгейін төмендетуге бағытталған ғылыми-әдістемелік және технологиялық шешімдерді әзірлеу.

Мақсатқа жету үшін бірқатар міндеттер шешілді:

– Жасыл көлік жүйелеріне көшудегі халықаралық тәжірибені зерттеу.

– Алматы қаласының көлік инфрақұрылымының құрылымын сараптау.

– Жасыл технологияларды енгізудің техникалық жолдарын ұсыну.

– Алматыға бейімделген көліктік декарбонизация стратегиясын әзірлеу.

Зерттеу әдістері - контенттік және салыстырмалы талдау, индуктивті модельдеу, жүйелік талдау, сапалы және сандық аналитикалық тәсілдер, қалалық экологиялық көрсеткіштерді есептеу және салыстыру, сондай-ақ нақты қалалық деректерді қолдану арқылы қолданбалы ұсыныстар әзірлеу.

Зерттеу нысаны - Алматы қаласының көлік инфрақұрылымы және оның экологиялық жүктемесі.

Зерттеу пәні - экологиялық таза көлік технологиялары мен қалалық көлік жүйелерінің орнықтылығы.

Зерттеу нәтижелерін Қазақстанның қалаларында көлік жүйесін жаңғырту, жасыл көлік саясатын қалыптастыру, әкімшілік шешімдер қабылдау, сондай-ақ экологиялық жобаларды жоспарлау мен жүзеге асыру үдерістерінде тәжірибелік негіз ретінде пайдалануға болады.

1 ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨЛІК ЖҮЙЕСІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ ТҮСІНІК

1.1 Экологиялық таза көлік ұғымы, көлік шығарындыларының адам денсаулығы мен экожүйеге әсері

Экологиялық таза көлік (немесе «жасыл көлік») ұғымы – бұл қоршаған ортаға келтіретін зияны минималды немесе нөлдік деңгейде болатын көлік түрлерінің жиынтығы. Мұндай көліктер атмосфераға бөлінетін зиянды шығарындыларды азайтады немесе мүлдем шығармайды, энергияны тиімді пайдаланады және қалалық өмір сапасын жақсартуға үлес қосады [1].

Экологиялық таза көлікке келесідей негізгі түрлер жатады:

– Электр көліктері (EVs) – аккумулятор қуатымен жұмыс істейтін жеңіл, жүк және қоғамдық көлік құралдары. Олар пайдаланған кезде зиянды газ бөлмейді, бұл әсіресе тығыз орналасқан қалалар үшін маңызды шешім болып табылады [6].

– Гибридті және газбен жүретін көліктер (CNG, LPG) – іштен жанатын қозғалтқыш пен электр моторының үйлесімі арқылы жұмыс істейтін немесе метан/пропан сияқты таза жанатын отын қолданатын көліктер. Бұл көліктер CO_2 және NO_x шығарындыларын 20–80% аралығында азайтады [3].

– Қоғамдық көлік түрлері – метрополитен, трамвай, троллейбус, электробус сияқты көп жолаушы тасымалдайтын және салыстырмалы түрде экологиялық тиімді көлік жүйелері. Бұл көліктер жеке көлікке қарағанда энергияны аз тұтынып, қалалық көлік тығынын да азайтады [4].

– Микромобильділік құралдары – велосипед, электросамокат және скутер сияқты шағын, жеке көлік түрлері. Олар қысқа аралықта жүруге ыңғайлы, экологиялық таза және денсаулыққа пайдалы шешім саналады [9].

– Жаяу жүргіншілік пен велосипедтік инфрақұрылым – көлік емес, қозғалыс тәсілі ретіндегі бұл элементтер қалалық жоспарлауда маңызды рөл атқарады. Олар жол жүктемесін азайтып, көміртек ізін қысқартады [7].

Жасыл көліктің артықшылықтары тек экологиямен шектелмейді. Brinson & Guzman (2021) зерттеуі көрсеткендей, көлік шығарындылары ауадағы ластаушы заттардың негізгі көзі ретінде, жыл сайын әлем бойынша миллиондаған адамның денсаулығына зиян келтіреді, бұл әсіресе қалаларда айқын байқалады [1].

Kharlamova және т.б. (2022) атап өткендей, экологиялық көліктердің дамуы көлік инфрақұрылымының тұрақты дамуына да әсер етеді: мұндай көліктерге бейімделген қалалық дизайн – тұрақтар, зарядтау станциялары, арнайы жолақтар – экономикалық, әлеуметтік және экологиялық тұрақтылықты қатар қамтамасыз етеді [4].

Gupta & Madhu (2024) еңбегінде жасыл көліктің дамуы мен қолжетімділігін бағалауға арналған Transport Sustainability Index (TSI) ұсынған.

Бұл индекс көлік жүйесінің ресурстық тиімділігін, қолжетімділігін және зиянды әсерін өлшеуге мүмкіндік береді. Авторлар зерттеуінде TCI көрсеткіштерін оңтайландыру арқылы үнді қалаларында энергия үнемдеуге және экологиялық салмақты азайтуға болатынын дәлелдеген [3].

Ал Prajapati және т.б. (2024) зерттеуінде Непалдың Катманду алқабындағы тұрғындармен жүргізілген сауалнама нәтижесінде, қоғамдық көлік пен велосипедтің үйлесімі ең тиімді жасыл шешім ретінде танылған. Дегенмен, авторлар инфрақұрылым тапшылығы мен мәдени тосқауылдарды басты қиындық ретінде атап өткен [5].

Кейбір компаниялар да экологиялық көлікті дамытуға белсенді атсалысуда. Мысалы, Green-bus жобасы Шымкент пен Костанай қалаларында газбен жүретін автобустарды енгізу арқылы көмірқышқыл газының шығарылуын 80% дейін қысқартты, бұл Қазақстан үшін маңызды тәжірибе саналады [10].

Қазіргі қалалардағы экологиялық ахуалдың күрт нашарлауының басты себептерінің бірі – автокөлік құралдарынан бөлінетін зиянды заттардың атмосфераға таралуы. Көлік шығарындылары құрамында көміртек тотығы (CO), азот оксидтері (NOx), ұшпа органикалық қосылыстар (VOCs), күкірт қосындылары, күйе мен қатты бөлшектер (PM10, PM2.5) секілді көптеген улы заттар бар. Бұл қоспалар атмосферада химиялық реакцияларға түсіп, екінші реттік ластаушыларды (мысалы, озон) тудырады және ұзақ мерзімді әсерімен экожүйе мен адам организміне орасан зиян келтіреді [1].

Адам денсаулығына әсері. Brinson & Guzman (2021) атап өткендей, көлік тудырған ауа ластануы өкпе аурулары, жүрек-қан тамырлары проблемалары, бронхит, астма және қатерлі ісіктердің дамуына ықпал етеді [1]. Әсіресе, микробөлшектер (PM2.5) тыныс алу жолдары арқылы өкпе альвеолдарына еніп, қандағы оттегі айналымын тежейді. Бұл балалар мен егде жастағы адамдар арасында иммунитеттің төмендеуі мен өлім-жітімнің артуына себеп болады. NO_2 концентрациясының артуы тыныс алу жолдарының қабынуын тудырып, инфекциялық ауруларға шалдығу тәуекелін арттырады [5].

Экожүйеге әсері. Азот және күкірт оксидтері жерге түсіп, топырақты қышқылдандырады, бұл ауылшаруашылық өнімділігін төмендетіп, биологиялық әртүрліліктің жоғалуына әкеледі. Сонымен қатар, CO_2 мен озон сияқты шығарындылар фотосинтез процесін баяулатып, өсімдіктердің өсуін тежейді. Шығарындылар су жүйелеріне сіңіп, балықтар мен басқа да су организмдерінің тіршілігін қиындатады [4]. Kharlamova және т.б. атап өткендей, экожүйелік әсерлер ұзақ мерзімді және кері қайтарылмайтын болуы мүмкін, егер қалаларда көлік саясаты өзгермесе [4].

Психологиялық және әлеуметтік аспектілер де назардан тыс қалмауы керек. Зиянды ауамен үнемі тыныстау адамдарда мазасыздық, бас ауруы, шаршау және жалпы өмір сапасының төмендеуін тудырады. Gupta & Madhu

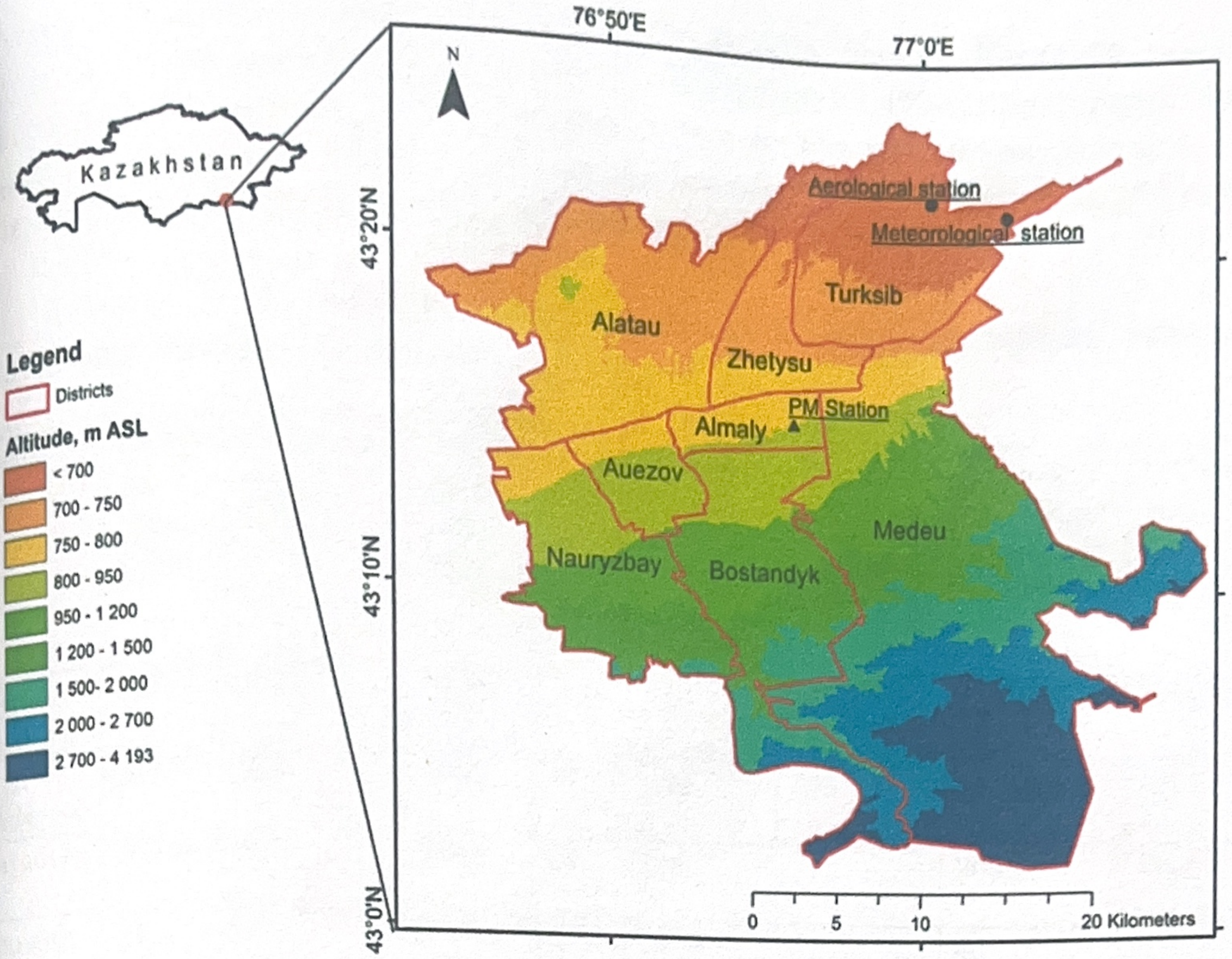
(2024) зерттеуінде көрсетілгендей, қалаларда ауаның ластануымен тікелей байланысты психосоматикалық белгілердің саны артқан. Олар бұл жағдайды Transport Sustainability Index арқылы сандық тұрғыдан дәлелдеген [3]. Сонымен қатар, ПДК (рұқсат етілген шекті концентрация) көрсеткіштерінің жиі және бірнеше есе асуы Алматы сияқты қалаларда қалыпты жағдайға айналған. Алматы қаласындағы Казгидромет деректеріне сәйкес, соңғы жылдары ауадағы диоксид азоты мен формальдегид деңгейі бірнеше рет 5 ПДК-дан асып кеткен (қ. [10]).

Экологиялық тұрғыдан алғанда, көлік жүйесінің қазіргі күйі антропогендік қысымның негізгі көзі. Осыған байланысты Charly & Caulfield (2025) атап өткендей, көлік шығарындыларына бағытталған төмен көміртекті жоспарлау стратегиялары қалалық экожүйені сақтаудың және қоғамдық денсаулықты қорғаудың негізгі шартына айналуда [2].

Осыған қоса, Алматы қаласындағы ауа сапасына жүргізілген соңғы кешенді зерттеулер қаланың экологиялық жағдайының тұрақты түрде нашарлап келе жатқанын көрсетті. 2013–2018 жылдар аралығында жүргізілген ғылыми талдаулардың нәтижесінде Алматыдағы PM2.5 бөлшектерінің жылдық орташа концентрациясы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының ұсынған шегінен 5,3 есе, PM10 – 3,9 есе, ал NO_2 – 3,2 есе асып түскені анықталған [24]. Алматыда ауаның ластануы мен шығарындылардың кеңістіктік таралуы және биіктікке байланысты айырмашылықтар Сурет 1-де көрсетілген.

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, бұл көрсеткіштердің ең жоғары деңгейі қыс мезгілінде, ал ең төмені жаз айларында байқалған. Бұл — жылыту маусымында көмір жағу көлемінің артуымен және ауа айналымының баяулауымен тікелей байланысты. Авторлар Алматыдағы ауыр ластанудың негізгі себептері ретінде көмірмен жұмыс істейтін ЖЭО-2 (жылу электр орталығы), жеке үйлердегі пештер, сондай-ақ көлік қозғалысы мен төмен жел жылдамдығы жағдайындағы инверсиялық қабаттарды атайды.

Зерттеу барысында PM2.5 деңгейі мен жер бедерінің биіктігі арасында кері корреляция байқалған. Бұл төмен орналасқан аудандарда (мысалы, Түрксіб, Жетісу) атмосфералық шекаралық қабаттың аздығына және жылу электр станцияларына жақындыққа байланысты ластану деңгейінің жоғары болатынын білдіреді. Сонымен қатар, SO_2, PM10 және PM2.5 ластағыштарының басты көзі ретінде төмен биіктіктегі нүктелік көздер (ЖЭО, пештер) көрсетілсе, NO_2 мен CO қаланың барлық бөлігінде біркелкі таралатын көлік қозғалысының нәтижесі екені анықталған [24].



1- сурет – Алматы қаласы аудандарының биіктігі мен атмосфералық ластануды бақылайтын метеостанциялар орналасуы

Ескерту – [25] дереккөзі негізінде автор құрастырған

Бұл жағдай Алматының экологиялық болашағына қатысты елеулі қауіп төндіріп отыр. Авторлар ЖЭО-2 секілді ірі нысандарды газға көшіру, заманауи сүзгілер орнату, сондай-ақ қоғамдық көлікті кеңейту сынды нақты шараларды ұсынады. Бұдан бөлек, үй жылытқыштарында көмір пайдалануды біртіндеп тоқтату және қатаң экостандарттарды енгізу қажет деп есептейді.

1.2 Көлік шығарындыларының Алматы қаласындағы экологиялық жағдайға әсері

Алматы қаласы – Қазақстанның ең ірі мегаполисі және экологиялық ахуалы күрделі аймақтардың бірі. Қалада атмосфералық ауаның ластануы халық денсаулығы мен табиғи ортаның жағдайына теріс әсер етіп отыр. Бұл ластанудың негізгі көзі ретінде автокөлік құралдарының шығарындылары ерекше орын алады.

Кесте 1-де берілген, Алматы қаласындағы әртүрлі көлік түрлерінің шығарындылары құрылымын талдау қаланың атмосфералық ауасын ластауда

қай көлік түрі басым екенін анықтауға мүмкіндік береді. Кестеден көрініп тұрғандай, жеңіл көліктер барлық зиянды заттардың 63,4%-ын шығарады. Жүк көліктері мен автобустар да айтарлықтай үлеске ие. Бұл мәліметтер экологиялық саясат жүргізуде қай көлік түрлеріне басымдық беріп, оларды экологиялық баламаларға ауыстыру қажеттігін көрсетеді.

Кесте 1 – Алматы қаласындағы әртүрлі көлік түрлерінің жылдық шығарындыларының құрылымы

Көлік түрі	Көміртек оксиді, CO	Көмірсутектер, CH (VOC)	Азот оксидтері NOx	Күкірт диоксиді SO_2	Қатты бөлшектер PM2.5 және PM10	Бейметан көмірсутектер NMVOC	Барлық шығарындылар	Пайыздық үлесі (%)
Жеңіл көліктер	27757	2933	2420	139	83	2818	36139	63,4
Жүк көліктері	7732	824	2092	52	84	794	11578	20,4
Автобустар	5373	583	2425	99	94	512	9086	15,9
Арнайы көліктер	21	9	7	0,1	0,6	8	46	0,1
Мотоциклдер	60	26	-	-	0,3	25	159	0,2
Барлық көліктер	41022	4377	6948	291	264	4167	57071	100

Ескерту – [29] дереккөзі негізінде автор құрастырған

Автокөлік шығарындыларының үлесі. Алматыда ресми тіркелген 600 мыңнан астам автокөлік бар, ал күн сайын қалаға қосымша 300 мыңға жуық көлік кіреді. Бұл көліктер атмосфераға жылына шамамен 70 мың тонна зиянды заттар шығарады. Бұл көрсеткіштер қаладағы жалпы ластаушы заттардың шамамен 65%-ын құрайды, яғни, атмосфералық ауаның ластануында автокөліктер шешуші рөл атқаратынын дәлелдейді [12].

Ауаның ластану деңгейі. «Казгидромет» деректеріне сәйкес, Алматыда атмосфераның ластану индексі (ИЗА) жыл сайын 7-ден жоғары көрсеткішке жетіп, «өте жоғары ластану» санатына кіреді. Қалада ауаны ластайтын негізгі көздер: автокөліктер, жылу электр орталықтары (ЖЭО), шағын қазандықтар және көмірмен жылытылатын жеке үйлер [12]. Сонымен қатар, қаланың географиялық орналасуы мен жиі болатын температурлық инверсиялар ауаның табиғи жолмен тазаруына кедергі келтіреді [13].

Кесте 2 – Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ластану деңгейі мен рұқсат етілген шектен

Қоспа атауы	Орташа концентрация (г.с.с.), мг/м³	ПДК-дан асу көрсеткіші (г.с.с.)	Ең жоғары бір реттік концентрация (г.м.р.), мг/м³	ПДК-дан асу көрсеткіші (г.м.р.)	>ПДК	>5ПДК	>10ПДК
Ілінген заттар	0,139	0,929	1,200	2,400	96		
РМ-10 ілінген бөлшектер	0,012	-	0,614	-			
Күкірт диоксиді	0,036	0,720	1,998	3,996	2970		
Көміртек оксиді	1,363	0,454	18,108	3,622	5897		
Азот диоксиді	0,077	1,914	1,000	11,765	30330	673	105
Азот оксиді	0,014	0,229	1,000	2,500	589		
Фенол	0,001	0,399	0,013	1,300	2		
Формальдегид	0,011	3,719	0,038	1,086	2		
Ескерту – [30] дереккөзі негізінде автор құрастырған							

Кесте 2-де берілген, Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ластану деңгейі мен ондағы зиянды қоспалар шекті рұқсат етілген концентрациядан (ПДК) неше есе асатынын төмендегі кестеден көруге болады. Бұл көрсеткіштер автокөлік құралдарының ауа сапасына елеулі әсер ететінін дәлелдейді. Әсіресе, азот диоксиді мен көміртек оксиді бойынша ПДК-дан бірнеше есе асу жиі тіркелген. Сонымен қатар, рұқсат етілген концентрациядан 5 немесе 10 есе асу жағдайлары да кездеседі, бұл экологиялық қауіптің жоғары деңгейін көрсетеді.

Денсаулыққа әсері. PM2.5 бөлшектерінің концентрациясы рұқсат етілген шектен бірнеше есе асып кетуі қала тұрғындарының денсаулығына кері әсер етуде. Бұл бөлшектер өкпе мен қан арқылы ағзаға енеді, нәтижесінде тыныс алу жүйесі аурулары, аллергиялық реакциялар, жүрек-қантамыр аурулары мен онкологиялық сырқаттар көбейеді. 2022 жылғы зерттеулер бойынша, Алматыда ауаның ластануы жыл сайын 1 500-ден астам ерте өлім жағдайына алып келеді [11].

Экожүйеге әсері. Көлік шығарындылары топыраққа, су көздеріне, өсімдіктер мен жануарлар әлеміне де әсер етеді. Құрамында күкірт диоксиді, азот оксидтері, көміртек тотығы, бензол және басқа канцерогенді заттар бар газдар өсімдіктердің фотосинтезін тежеп, топырақтың қышқылдануына себеп болады

[14]. Сонымен қатар, автокөліктердің қозғалысы шу және діріл арқылы экожүйеге акустикалық жүктеме түсіреді.

Қала кеңістігіне әсері. Автокөлік санының ұлғаюы жолдардың жүктемесін арттырып, көлік кептелістерін тудырады. Бұл өз кезегінде отын шығынын көбейтіп, шығарындылардың шоғырлануына әкеледі. Жол бойындағы аумақтардың көлік тұрағына айналуы жасыл желектердің азаюына, яғни қаланың экологиялық тепе-теңдігінің бұзылуына себепші болады [12].

1.3 Қазақстан және шетел экологиялық көлік жүйесіндегі жүзеге асырылған жобалар

Экологиялық көлік жүйесіне көшу – тек көліктерді жаңарту ғана емес, бұл – қалалық өмір сүру сапасын түбегейлі жақсарту амалы. Қазақстан мен шетелде бұл бағытта іске асқан бірнеше табысты жоба экологиялық таза көлік жүйелерін дамытудың шынайы мүмкіндіктерін айғақтайды.

Нидерландының тәжірибесі. Нидерланды – қалалық велосипед инфрақұрылымы бойынша әлемдік көшбасшылардың бірі. Елде күніне 4,5 млн велосипедпен жасалатын сапар тіркеледі, бұл барлық көлік қозғалысының 27%-ын құрайды. Мұндай жетістікке жету үшін бірнеше ондаған жылдарға созылған мақсатты саясат, кең велосипед жолдары, қауіпсіздік жүйелері және салықтық ынталандырулар қолданылды [6]. Сонымен қатар, электровелосипедтер мен жеңіл жаяу жүргінші аймақтарын кеңінен пайдалану арқылы Нидерланды көмірқышқыл газының шығарылымын тұрақты түрде азайтып отыр.

Қытайдың «жасыл автобустар» стратегиясы. Қытай әлемдегі ең ірі электрлі автобус паркіне ие мемлекет. 2020 жылы Шэньчжэнь қаласында 16 мыңнан астам толық электрлі автобус тіркеліп, бұл қала әлемдегі тұтас автобус жүйесін электрге көшірген алғашқы мегаполиске айналды. Бұл жобаның табысты болуына мемлекеттік субсидиялар, жергілікті әкімшіліктің қатты ынтасы және инновациялық көлік компанияларының белсенділігі әсер етті. Электр автобустарды пайдалану нәтижесінде Шэньчжэнь қаласы жылына 1,3 млн тонна CO_2 шығарындыларын үнемдеген [5].

Люксембург пен Норвегия тәжірибесі. Люксембург 2020 жылдан бастап қоғамдық көлікті толықтай тегін етті. Бұл шешім елдегі жеке автокөлікке деген тәуелділікті азайтуға, көлік шығындарын төмендетуге және ауа сапасын жақсартуға бағытталған. Елдің кішігірім аумағы мұндай бастаманы тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, үкімет велосипедшілер мен электромобильдер үшін арнайы инфрақұрылымды белсенді түрде дамытып жатыр [18].

Норвегия да – экологиялық көлік саласында көшбасшы елдердің бірі. Мұнда электр көліктерге салықтық жеңілдіктер, ақысыз тұрақ және жолақыдан босату сияқты ынталандыру шаралары кеңінен қолданылуда. 2023 жылы

Норвегияда сатылған жаңа автокөліктердің 80%-дан астамы – электрлі болды. Сонымен қатар, елдің көптеген қалаларында электробустар мен сутекті көлік құралдарын енгізу бойынша жобалар іске асырылуда [18].

Үндістан мен Латын Америкасындағы бастамалар. Үндістан 2030 жылға дейін 50 000 электрлі автобусты іске қосу жоспарын жариялады. Бұл бастама елдегі қалалық ластануды азайтып, энергия тиімділігін арттыруға бағытталған. Сонымен қатар, жүзден астам қалада экологиялық көлік жүйесін дамытуға бюджет бөлінді [18].

Латын Америкасында да жасыл қоғамдық көлікке көшу белсенді түрде жүзеге асырылуда. Колумбияның Богота қаласы мен Чилидің Сантьяго қаласы 6500-ден астам электрлі автобустарды іске қосты. Бұл көрсеткіштер аймақтың қалалары 2030 жылға дейін 25 000-нан астам экологиялық автобусты пайдалануға енгізуді көздеп отырғанын көрсетеді [18].

Жаһандық статистика бойынша, 2023 жылы әлемде 50 000-ға жуық электрлі автобус сатылды, бұл жалпы автобустар нарығының 3%-ын құрады. Осылайша, бүкіл әлем бойынша электрлі автобустардың саны 635 мыңға жетті. Бұл көрсеткіштердің басым бөлігі Қытайға тиесілі болса да, Еуропа, Оңтүстік Америка және Азия елдері де бұл бағытта белсенді жұмыс істеуде [18].

Green Bus жобасы (Қазақстан). Қазақстанда «жасыл» көлік жүйесін енгізудің айқын мысалы ретінде *Green Bus* жобасын атауға болады. 2015 жылдан бастап Шымкент және Костанай қалаларында газбен жүретін автобустарды пайдалану басталды. Бұл жобаның басты артықшылығы – экологиялық тиімділік пен жолаушыларға жайлы жағдай жасау. Автобустар метан және пропан секілді жану кезінде аз қалдық бөлетін отын түрлерімен жүреді. Сарапшылардың бағалауынша, бұл тәсіл көмірқышқыл газының шығарындыларын 80%-ға, азот қосылыстарын 14%-ға дейін азайтады. Сонымен қатар, автобустар 70-75 адамға дейін жолаушы тасымалдауға қабілетті, бұл – жеке көлікке қарағанда анағұрлым тиімді [10].

Almaty Bike жобасы (Қазақстан). Велосипед инфрақұрылымын дамыту бағытында Алматы қаласы 2016 жылы *Almaty Bike* жобасын іске қосты. Бұл – автоматтандырылған велосипед жалға беру жүйесі, алғашқы кезеңде 200 велосипед пен 40 станцияны қамтыды. Велосипедтер Франциядан жеткізілген және барлық қажетті қауіпсіздік пен технологиялық талаптарға сәйкес жабдықталған. Бұл жоба қала ішінде қысқа арақашықтықтарда қозғалыс үшін экологиялық балама ретінде қызмет етеді әрі тұрғындар арасында велосипед мәдениетін қалыптастыруға мүмкіндік береді. 2020 жылға қарай велостанциялар саны 100-ге жетіп, жүйеге мыңдаған қолданушы тіркелді [10].

2025 жылға қарай Алматы қаласында велосипед инфрақұрылымын дамытудың жаңа кезеңі басталмақ. Қалалық мобильділік басқармасының мәліметінше, бүгінде Алматыда жалпы ұзындығы 89,8 км болатын велоинфрақұрылым бар, оның ішінде 25,6 км – велополосалар, ал 64,2 км –

арнайы велодорожкалар құрайды. Қалада сонымен қатар 73 велосипедке арналған бағдаршам және 1025 жол белгісі орнатылған [19].

2024 жылы Саин мен Монке би көшелерінің қиылысындағы жолайрық құрылысы аясында 2,4 км веложол салынды. 2025 жылы Абая даңғылының қала шекарасына дейінгі және Саин көшесінің Рысқұлов пен Монке би арасындағы бөліктерінде 7,2 км велоинфрақұрылым салу жоспарланған. Сонымен қатар, Райымбек батыр даңғылы бойындағы BRT жобасы аясында шамамен 15 км веложол төселмек [19].

Алайда, Алматыдағы Almaty Bike автоматтандырылған велопрокат жүйесінің болашағы әлі де белгісіз күйде. 2024 жылы үш рет тендер жарияланғанымен, алғашқылары жеткізушілердің болмауына байланысты өтпей қалды. Қазіргі уақытта жобаны әрі қарай дамыту «Алматы Паркинг» компаниясына берілді. 2025 жылы Almaty Bike жобасына қаржыландыру қарастырылмағанымен, компания 2000 электровелосипедтен тұратын жаңа жүйені іске қосуды жоспарлап отыр [19].

Бұл жүйеде PAS технологиясы қолданылады – яғни, педаль айналымы арқылы қозғалысқа келтірілетін, газ тұтқасы жоқ электровелосипедтер қарастырылады. Сонымен қатар, велопрокатты басқаруға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету Алматы қаласының коммуналдық меншігінде болады [19]. Бұл шешім қала тұрғындары үшін велосипедпен қозғалысты анағұрлым ыңғайлы және қауіпсіз етуге бағытталған.

Жалпы, *Green Bus* және *Almaty Bike* жобалары Қазақстандағы экологиялық көлікке көшу үрдісінің практикалық мысалдары болып табылады. Нидерланды мен Қытай тәжірибесімен қатар, бұл жобалар көлік саласындағы жасыл технологияларды сәтті енгізудің әртүрлі моделдерін ұсынады. Қалалар үшін басты сабақ – тұрақты даму мақсаттарына жету тек инфрақұрылым салумен шектелмейді; ол халықтың да, әкімшіліктің де, бизнестің де бірлескен әрі ұзақмерзімді ұстанымын қажет етеді.

Қазақстан үшін бұл тәжірибелер – экологиялық таза көлік жүйелерін енгізуде тек техникалық модернизациямен шектелмей, кешенді саясатты іске асыру қажеттігін білдіреді. Мұнда қоғамдық көлікке деген сенімді арттыру, инфрақұрылымды жетілдіру, жеке секторды ынталандыру және тұрғындарды ақпараттандыру сынды факторлар шешуші рөл атқарады. Жасыл көлікке көшу – бұл біржолғы жоба емес, ұзақмерзімді стратегиялық бастама, ол елдің экологиялық, экономикалық және әлеуметтік тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталуы тиіс [18].

2 АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА КӨЛІК ЖҮЙЕСІНІҢ ҚИЫНДЫҚТАРЫ МЕН МӘСЕЛЕЛЕРІН ТАЛДАУ

2.1 Экологиялық көлікке көшуде туындайтын техникалық және логистикалық мәселелерді саралау

Қалалардың көлік жүйесін экологиялық форматқа көшіру – техникалық және логистикалық тұрғыдан аса күрделі әрі көпдеңгейлі мәселе. Бұл процесс тек автопаркті жаңартумен шектелмейді. Ол көлік инфрақұрылымын, қуаттандыру жүйелерін, ақпараттық технологияларды, сондай-ақ қала логистикасының бүкіл құрылымын қайта құруды талап етеді.

Біріншіден, техникалық қиындықтар – экологиялық таза көлік құралдарын (электробус, сутек көлігі, гибридті автобус) енгізу үшін қажетті инфрақұрылымның жоқтығы немесе жеткіліксіздігі. Электрлі көлік үшін арнайы қуат беру станциялары, батарея ауыстыру/зарядтау пункттері, жоғары кернеулі энергия желілері қажет. Қазіргі кезде Алматы қаласында электрлі қоғамдық көліктерге арналған зарядтау пункттері тым аз. Бұл мәселе тек жолаушы көліктеріне ғана емес, қалалық қызметтер (қоқыс тасу, жедел жәрдем, полиция) көліктеріне де қатысты [10].

Екіншіден, экологиялық көлік құралдарының техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесі жеткілікті дамымаған. Көптеген автосервис орталықтары ескі үлгідегі жанармайлы көлікпен жұмыс істеуге бейімделген, ал жаңа буын экокөліктер үшін білікті мамандар тапшы. Жаңа техниканың күрделі электронды және бағдарламалық жүйелері мамандандырылған оқытуды қажет етеді, бұл қосымша шығындарды талап етеді [5].

Үшіншіден, логистикалық кедергілер экобейімделген көлік құралдарын күнделікті пайдалану мен маршруттау жүйесіне бейімдеуде байқалады. Электробустардың жүріс қашықтығы шектеулі (орта есеппен 150–250 км), ал қайта қуаттандыру уақыты ұзақ (1–4 сағатқа дейін). Бұл факторлар маршруттық жоспарлау мен жұмыс кестесін өзгертуге мәжбүрлейді. Егер бұл мәселе шешілмесе, көлік желісі тиімді жұмыс істей алмайды [8].

Сондай-ақ, қалааралық немесе шет аймақтардан келетін көлік ағындарын басқарудағы логистикалық үйлесімсіздік – транзиттік және ішкі қалалық тасымал арасындағы тепе-теңдіктің бұзылуына әкеліп соғады. Алматы сияқты мегаполистерде күн сайын қалаға кіретін 300 мыңнан астам көлік қосымша жүктеме тудырады [16]. Бұл көліктердің барлығы экологиялық талаптарға сай келе бермейді, әсіресе дизельмен жүретін жүк көліктері мен ескі үлгідегі автобустар.

Төртіншіден, технологиялық сәйкессіздік – көптеген дамушы елдерде кездесетін тағы бір кедергі. Мәселен, көлік паркіне экологиялық көлік енгізу кезінде оларды басқаруға арналған ақпараттық жүйелер (ITS – Intelligent

Transport Systems) жетіспейді. Бұл көліктердің қозғалысын, қуат тұтынуын, техникалық жағдайын онлайн бақылауға мүмкіндік беретін цифрлық платформаларсыз экожүйе толыққанды жұмыс істемейді [2].

Соңғысы – стандарттар мен реттеу саясатының кеш енгізілуі немесе болмауы. Әлі күнге дейін Қазақстанда экологиялық көлік құралдарының техникалық талаптары мен сәйкестік өлшемдері бойынша бірыңғай стандарттар толық енгізілмеген. Бұл көлік өндірушілері мен жеткізушілеріне кедергі келтіреді әрі инвестиция тартуды қиындатады.

Осы барлық техникалық және логистикалық қиындықтарды жеңу үшін мыналар қажет:

- Инфрақұрылымға ұзақ мерзімді инвестициялар.
- Электр желілерін жаңғырту және қуаттау станцияларын кеңейту.
- Техникалық персоналды даярлау бағдарламаларын енгізу.
- Логистика мен маршруттау жүйесін интеллектуалдандыру.
- Стандарттау мен техникалық регламенттерді қабылдау.
- Пилоттық жобалар арқылы кезең-кезеңімен енгізу.

Экологиялық көліктің табысты енгізілуі тек техникалық шешімдерге ғана емес, сонымен қатар стратегиялық көзқарас пен институционалдық үйлесімділікке де байланысты.

2.2 Тұрғындардың қоғамдық көлікке сенімсіздігі, қаржылық кедергілерді және жеке көлікке тәуелділігін талдау

Қалалық көлік жүйесінде қоғамдық көлікке деген сенім деңгейі мен жеке автокөлікке тәуелділік арасында тікелей байланыс бар. Алматы сияқты ірі мегаполистерде тұрғындардың басым бөлігі жеке көлікті таңдайды, бұл шешім көбінесе қоғамдық көлік жүйесіне деген сенімнің төмендігімен байланысты.

Алматы қаласында көлік қатынасы проблемаларының бірі — қоғамдық көлік жүйесінің әлсіз дамуы. Қаладағы қоғамдық көлік түрлері (автобустар, троллейбустар, метро) әлі де болса көлік көлемі, жиілік, бағыттар мен қолайлылық жағынан жеке көлікпен бәсекелес бола алмай отыр. Бұл жағдай пайдаланушылардың қоғамдық көлікке деген күмәнін арттырады. Стамкулова мен Анисимованың мәліметтері бойынша, қаладағы сапарлардың 75%-ы жеке көлік арқылы жүзеге асырылады, ал қоғамдық көліктің үлесі тек 25%-ды құрайды [10].

Мұндай сенімсіздіктің бірнеше себептері бар:

- Жиіліктің төмендігі мен кесте сақталмауы – автобустардың кешігуі немесе болмауы жолаушылардың жоспарлауын қиындатады.
- Көліктің техникалық жағдайы – ескі автобустар мен кондиционердің жоқтығы жаз айларында жолаушыларға үлкен қолайсыздық тудырады.

– Қауіпсіздік пен гигиена – қоғамдық көліктердегі ұрлық, адам көптігі және тазалықтың болмауы көп тұрғындардың қоғамдық көлікке отырудан бас тартуына себеп болады.

– Ақпараттың жеткіліксіздігі – маршруттар, бағалар мен уақыт кестелері туралы ақпараттың жетіспеуі, цифрлық жүйелердің толық енбеуі де сенімсіздікті арттырады.

Салдарынан жеке көлік пайдалануға деген тәуелділік артады. Адамдар уақыт пен жайлылықты үнемдеу үшін автокөлік сатып алуға бейім. Бұл урбанизациямен қатар жол-көлік жүктемесін күшейтіп, ауаның ластануын күрделендіреді. Gupta мен Madhu атап өткендей, көлік тұрақтарының тапшылығы мен ұзаққа созылатын кептелістер тіпті жеке көлік иелеріне де ыңғайсыздық тудыра бастады [3].

Мұндай жағдайда тек инфрақұрылымдық емес, мәдени және әлеуметтік өзгеріс те қажет. Көптеген елдерде, мысалы Нидерланд, Дания немесе Жапонияда, қоғамдық көлікке сенім жоғары. Бұл сенім ұзақ жылдар бойы стратегиялық жоспарлау, халықпен тиімді коммуникация және сапаға бағытталған реформа арқылы қалыптасқан.

Проблеманы шешу үшін Алматы қаласына келесі бағыттар ұсынылады:

– Қоғамдық көлік желісін кеңейту және жаңарту – бағыттар санын көбейту, жылжымалы құрамды жаңғырту.

– Сенімді цифрлық жүйелерді енгізу – GPS негізіндегі автобус кестесін бақылау, мобильдік төлемдер, нақты уақыттағы ақпарат беру.

– PR және коммуникация – тұрғындармен түсіндіру жұмыстарын жүргізу, қоғамдық көлікпен жүрудің артықшылықтарын насихаттау.

– Қоғамдық көлікке басымдық беру саясаты – Bus Rapid Transit (BRT) жүйелерін енгізу, жеке көлікке шектеу қою.

Тұрғындардың сенімін арттыру тек техникалық емес, әлеуметтік инжиниринг мәселесі. Ол үшін мемлекет пен әкімдік тарапынан тұрақты реформа және нәтижеге бағытталған басқару моделі қажет.

Қалаларда экологиялық көлік жүйесін дамытуда ең үлкен әлеуметтік-психологиялық кедергілердің бірі – тұрғындардың қоғамдық көлікке деген сенімінің төмендігі және жеке көлікке артып отырған тәуелділігі. Бұл жағдай Алматы қаласында ерекше байқалады. Жаңа деректер мен зерттеулерге сәйкес, қалада тіркелген көліктердің саны 650 мыңнан асса, оған күнделікті қалаға кіріп-шығатын тағы 300 мың көлікті қоссақ, қала ішінде күніне шамамен 900 мыңға жуық көлік қозғалыс жасайды [16].

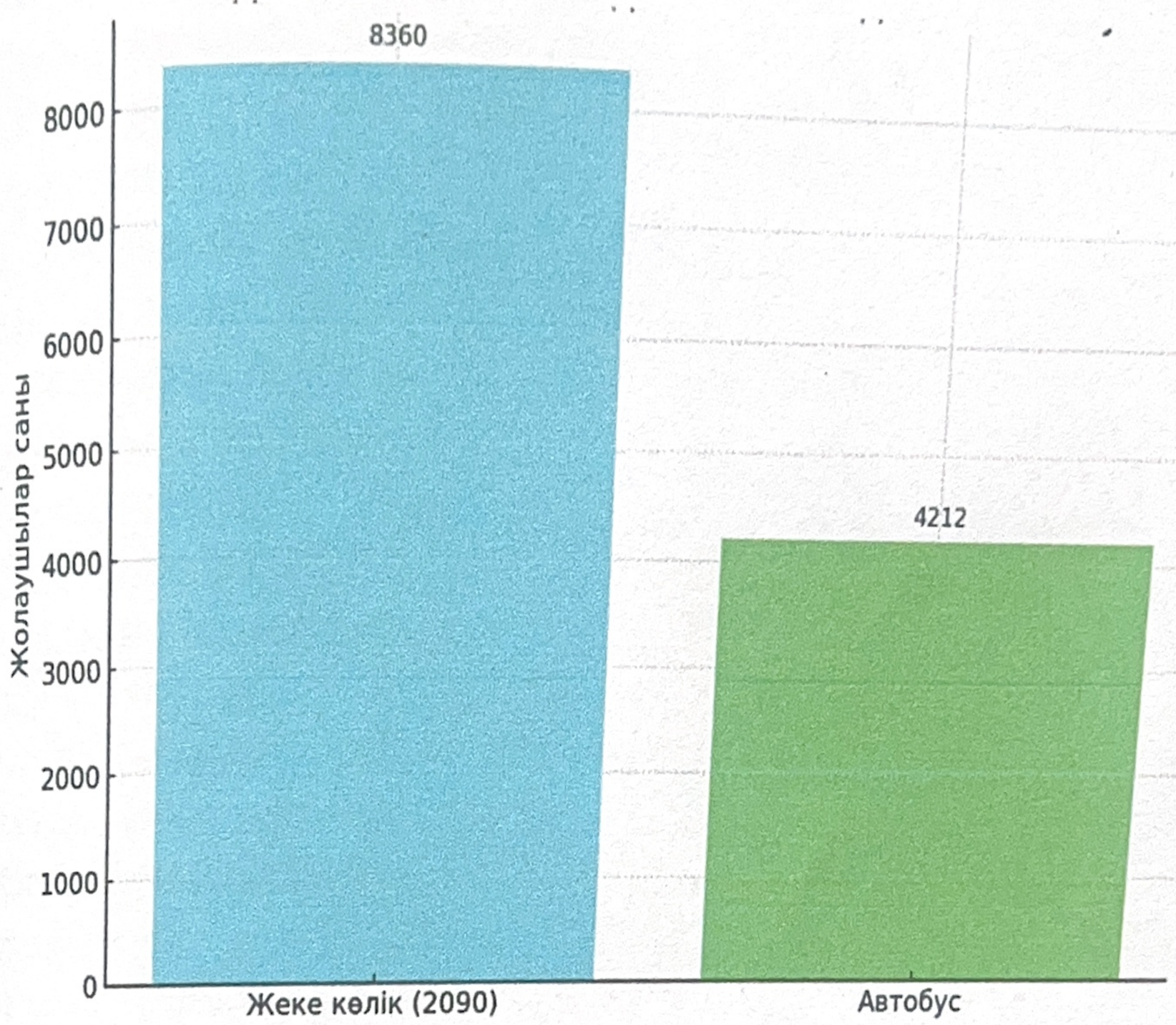
Базарбекова және т.б. зерттеуінде көрсетілгендей, қоғамдық көлік жүйесінің қазіргі жағдайы тұрғындарды қанағаттандырмайды: автобустардың тозуы, маршруттардың жетіспеушілігі, кешігулер мен шамадан тыс жүктелу сияқты факторлар қоғамдық көлікке деген сенімсіздікті қалыптастырған [16]. Сонымен қатар, тұрғындардың жұмыс орындарының көбісі қаланың орталық

бөлігінде шоғырланғандықтан, шет аймақтарда тұратын азаматтар жиі жеке көлік қолдануға мәжбүр болады. Бұл – урбанизацияның нәтижесінде орын алған кеңістіктік дисбаланс.

Қоғамдық көлікпен жүретін жолаушылар саны жыл сайын артып келе жатқан қала халқының өсімімен тең дәрежеде артпай отыр. Ал автобустар үлесі қоғамдық жолаушы тасымалының 65%-ын ғана құрайды [16]. Автопарктің ескіруі мен жаңарту қарқынының баяулығы да мәселені ушықтырып отыр.

Қоғамдық көлікке деген сенімді төмендететін қосымша факторлар:

- Төлем жүйелерінің жеткіліксіз цифрландырылуы.
- Ақпараттың нақты уақыт режимінде болмауы.
- Тасымалдау қауіпсіздігінің төмендігі.
- Маршруттардың үйлеспеуі және көліктердің жиі қатынамауы.



4 - сурет – Төле би көшесінің бір бөлігінде 1 сағат ішінде тасымалданған жолаушылар саны көрсетілген.

Ескерту – [16] дереккөзі негізінде автор құрастырған

Осы факторлардың нәтижесінде жеке автокөлік – уақытты, жайлылықты және еркіндікті қамтамасыз ететін негізгі балама ретінде қарастырылады. Бірақ бұл таңдау қоғамдық және экологиялық шығындарды арттырады. Орташа алғанда жеке көлік бір уақытта тек 1–2 жолаушыны ғана тасымалдайды, ал автобус 50–60 адамға дейін сыйғыза алады. Мәселен, Төле би көшесінің бір бөлігінде 2090 автокөлік бір сағат ішінде 8360 адам тасымалдаса, автобустар осы уақыт ішінде 4212 жолаушыны ғана тасымалдаған [16]. Бұл қоғамдық көлік

әлеуетінің толық іске аспай отырғанын көрсетеді және дерек жеке көліктердің жиі қолданылғанымен, қоғамдық көліктің тиімділігі мен жолаушылар ағынын аз кеңістікте тасымалдау әлеуетін көрсетеді.

Осы жағдайдан шығу үшін Алматы қаласы әкімдігі мен көлік басқармасы келесі шараларды қабылдауы тиіс:

- Қоғамдық көлік желісін жаңғырту мен кеңейту.
- Метро мен BRT желілерін дамыту.
- Қоғамдық көліктегі цифрлық жүйелерді толық енгізу (GPS, электронды билеттеу).
- Маркетинг пен түсіндіру науқандарын жүргізу, қоғамдық көліктің артықшылықтарын көпшілікке түсіндіру.
- Автокөлік қолдануды шектеу бойынша шаралар – ақылы автотұрақтар, экологиялық аймақтар енгізу.

Мұның барлығы қоғамдық көлікке деген сенімді арттыруға, жеке көлікке тәуелділікті азайтуға, және Алматы қаласының экологиялық жағдайын жақсартуға септігін тигізеді.

Экологиялық көлік жүйесін енгізу тек технологиялық шешімдер мен қоғамдық қолдауға емес, сонымен қатар қаржылық тұрақтылық пен тиімді институционалдық құрылымға сүйенуі қажет. Алайда Қазақстан бұл салада бірқатар маңызды кедергілерге тап болуда.

Алғашқы кедергі – инфрақұрылымға қаржы жетіспеушілігі. Электробустар немесе метанмен жүретін автобустар қарапайым дизель көліктерінен 1,5–2 есе қымбат тұрады, ал қосымша қуаттау бекеттері, қызмет көрсету станциялары және аккумуляторлық жүйелер де қомақты қаражатты қажет етеді [10]. Жасыл көлікке салынған инвестициялар көбіне ұзақмерзімді қайтарымды талап ететіндіктен, жеке сектор тарапынан қызығушылық төмен. Қазақстанда іске асқан «Green-bus» жобасы аясында 5 млн доллар инвестиция қажет болғанымен, бұл қаражаттың басым бөлігі шетелдік инвесторлар мен халықаралық ұйымдардан тартылған [10]. Мұндай сыртқы қаржыға тәуелділік жүйенің тұрақтылығына теріс әсер етеді.

Институционалды тұрғыда да үйлестірудің әлсіздігі байқалады. Көлік, экология, қаржы және қалалық жоспарлау басқармалары арасында тиімді өзара іс-қимыл болмаған жағдайда реформалар жүзеге аспайды. Алматы қаласындағы БҰҰДБ қолдауымен әзірленген «Стратегия устойчивого транспорта г. Алматы» құжаты маңызды бастама болғанымен, оны іске асыратын бірыңғай басқару органы жоқ [11].

Сондай-ақ, мемлекеттік ынталандыру шаралары да жеткіліксіз. Германия немесе Норвегияда электромобильдерге салық жеңілдіктері мен субсидиялар қарастырылса, Қазақстанда мұндай қолдау тек пилоттық жобалармен шектеліп отыр. Кедендік баждарды алып тастау, жеңілдетілген автонесиелер ұсыну сияқты шаралар елде кеңінен қолданылмаған [10].

Ұзақмерзімді жоспарлау мен тұрақты қаржыландыру механизмдерінің болмауы стратегиялық жобалардың үздіксіздігін қамтамасыз ете алмай отыр. Мысалы, жасыл көлікке арналған ұлттық қор немесе нақты бағдарламалық бюджет қарастырылмаған [4].

Дамушы елдерге тән тағы бір өзекті мәселе – көлік инфрақұрылымының жеткіліксіздігі мен ескіруі. Ermanno Nesci атап өткендей, бұл жағдай экономикалық өсуді тежеумен қатар, халықтың маңызды қызметтерге қолжетімділігін шектейді. Жол-көлік апаттарының жиілігі, жол ережелерінің сақталмауы және жедел көмек жүйелерінің нашарлығы да – қауіпсіздік тұрғысынан елеулі кемшіліктер [15].

Leila Muchanga-Hvelplund көрсеткендей, урбанизация үдерісімен қатар қоғамдық көлікке инвестиция деңгейі тиісті деңгейде артпай отыр. Бұл жеке көлікке деген тәуелділікті күшейтіп, нәтижесінде кептелістер мен қоршаған ортаның ластануын өршітеді [15].

Қазақстанда бейресми көлік секторы да кең таралған – тіркелмеген таксилер мен маршруттық тасымалдар қауіпсіздік пен экологиялық талаптарға сай келмейді. Сонымен қатар, цифрлық көлік технологиялары (GPS, смарт-билет жүйелері) әлі кеңінен енбеген. Matthieu Desiderio пікірінше, бұл тек қаржыға ғана емес, сонымен қатар техникалық кадрлардың жетіспеушілігі мен тиімді басқару құрылымдарының болмауына байланысты [15].

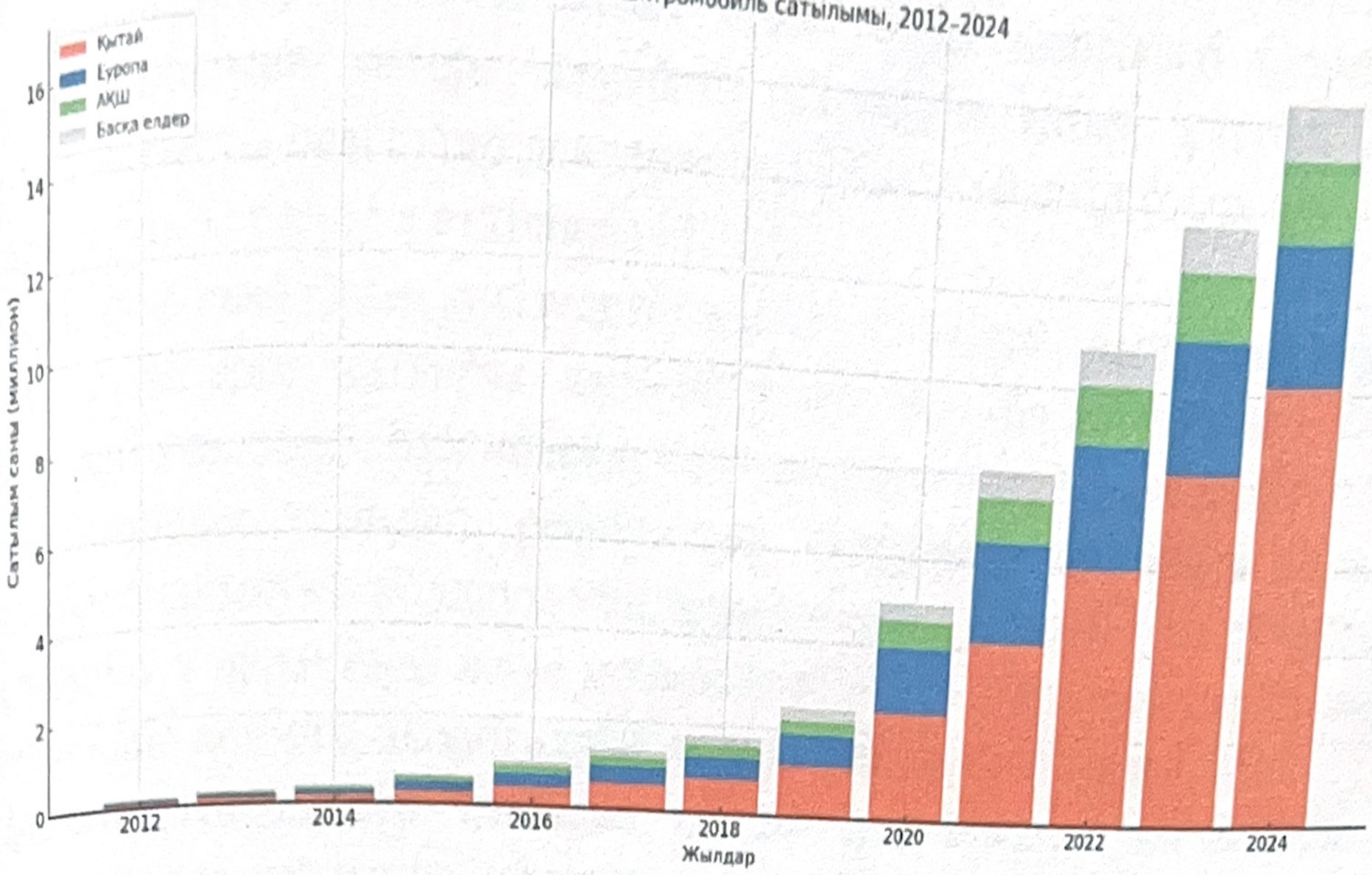
Мұндай кедергілерді еңсеру үшін тұрақты қаржыландыру тетіктерін (мемлекеттік-жекеменшік әріптестік, халықаралық гранттар, жасыл облигациялар) дамыту, көлік пен экология салаларын үйлестіретін жергілікті орган құру, салықтық жеңілдіктер мен субсидиялар жүйесін енгізу, сондай-ақ көлік жүйесіне цифрлық технологияларды енгізуге арналған мемлекеттік бағдарламалар қажет.

Қаржылық және институционалдық реформаларсыз экологиялық көлік саясатының толық іске асуы мүмкін емес. Сондықтан бұл кедергілер жүйелі түрде шешілуі тиіс – тек сонда ғана экокөлік жүйесі шын мәнінде тұрақты даму негізіне айнала алады.

2.3 Алматы қаласына экологиялық көлік жүйесін енгізудегі негізгі қиындықтар

Экологиялық көлік жүйесін қала ортасына енгізу – күрделі әрі көп деңгейлі процесс. Бұл бастамаға тек жаңа көлік түрлерін енгізу ғана емес, сонымен бірге қала құрылымын, көлік саясатын және тұрғындардың күнделікті дағдыларын қайта қарастыру кіреді. Қазақстандағы және басқа дамушы елдердегі басты қиындықтардың бірі – экологиялық көлікке бейімделген инфрақұрылымның болмауы, әсіресе қуаттау станцияларының, веложолдардың, жаяу жүргінші кеңістігінің тапшылығы. Бұған қоса, экокөлікке көшуге байланысты салықтық,

әкімшілік және техникалық реттеулердің жүйесіздігі, сондай-ақ жергілікті басқару органдарының ресурстары мен құзыретінің шектеулігі жүйелі өзгерістерге кедергі келтіреді.



2 - сурет – 2012–2024 жылдар аралығындағы электромобиль сатылымының әлемдік динамикасы көрсетілген

Ескерту – [28] дереккөзі негізінде автор құрастырған

Көрсеткіштер жылдан-жылға айтарлықтай өсіммен ерекшеленеді. Егер 2012–2017 жылдары сатылым баяу қарқынмен өскен болса, 2018 жылдан бастап электромобильдер нарығында айқын серпіліс байқалады. 2021 жылы сатылым алғаш рет 6 миллионнан асты, ал 2024 жылы болжам бойынша 16 миллионға жетеді. Бұл – соңғы онжылдықта 16 есе өсім деген сөз.

Бұл мәліметтер Халықаралық энергетика агенттігінің (IEA) 2024 жылғы Global EV Outlook есебінен алынған [28]. Деректер электромобильдердің жаһандық деңгейде кеңінен таралып жатқанын, ал алдыңғы қатарлы елдер бұл салада белсенді мемлекеттік қолдау мен инновациялық саясат жүргізіп отырғанын дәлелдейді. Сызба электромобильдерге деген жаһандық сұраныстың қарқынды өсіп жатқанын айқын көрсетеді.

Қалаларда экологиялық көлік жүйесін енгізу тек технологиялық жаңғырту емес, кешенді әлеуметтік-экономикалық және басқарушылық реформа. Бұл үдеріс түрлі қиындықтарға ұшырайды, олардың бірі – инфрақұрылым тапшылығы. Электромобильдерге қуаттау станциялары, велосипед жолақтары, жаяу аймақтар және экокөлікке қызмет көрсету бекеттері сияқты қажетті нысандардың жетіспеуі, әсіресе Алматы секілді қалаларда, тұрғындарды жеке көліктен бас тартуға итермелей алмай отыр [10], [11].

Қоғамдық көліктің сапасы да мәселе болып отыр: ескі автобустар, тұрақсыз қозғалыс кестесі және жеткіліксіз маршруттар тұрғындарды

сенімсіздікке итермелейді. Метро жүйесінің бір бағытпен шектелуі де жағдайды қиындатады. Бұл факторлар жеке көлікке тәуелділікті арттырып, көлік реформаларына қоғамдық қарсылық тудыруы мүмкін [12], [5].

Үшінші мәселе – қаржылық және институционалдық шектеулер. Экокөлікті дамыту үлкен инвестицияны қажет етеді, бірақ жергілікті бюджеттер бұл жүктемені өздігімен көтере алмайды. Сонымен қатар, ұлттық деңгейдегі экокөлікке қатысты саясаттар декларативті сипатта болып отыр, ал заңнамалық және қаржылық тетіктер жеткіліксіз [2], [4].

Көлік реформаларын енгізудегі тағы бір тосқауыл – өзгерістен қорқу. Жаңа цифрлық жүйелерге қатысты қызметкерлер мен басқарушылар тарапынан қарсылық жиі кездеседі. Бұл «басқарудан айырылу» сезіміне байланысты ұжым ішінде сенімсіздік туындап, реформалар сәтсіздікке ұшырауы мүмкін. Бұл жағдайда басшылықтың қолдауы мен тұрақты оқыту шешуші рөл атқарады. GPS, сандық маршрут парақтары және мобильді жүйелер қызметкерлердің жұмысын жеңілдетіп қана қоймай, экологиялық тиімділікті де арттырады [15].

Цифрлық шешімдер қағазсыз процестерді енгізуге мүмкіндік береді. Мысалы, мал тасымалында денсаулық сертификатын мобильді құрылғымен көрсету – тиімді әрі экологиялық тәсіл. Алайда цифрландыру жаңа техникалық қиындықтарды да тудырады. Көлік және қойма жүйелерінде ондаған технологиялық шешімдердің қатар қолданылуы ресурстарды артығымен тұтынуға, деректер үйлесімсіздігіне және операциялық тиімсіздікке әкеледі [15].

Мұндай күрделілікті жеңу үшін жүйелерді біріктіретін платформаларды енгізу қажет. Сонымен қатар, экокөлік пайдаланатын кәсіпорындарға салықтық жеңілдіктер мен гранттар беру реформаларға серпін бермек. Қорытындылай келе, экологиялық көлікке көшу – тек көлік түрін ауыстыру емес, кешенді басқарушылық, қаржылық, инфрақұрылымдық және мәдени трансформацияны талап ететін күрделі процесс.

Алматы қаласына экологиялық көлік жүйесін енгізу — маңызды әрі күрделі міндет. Қалада жасыл көлік жүйесін енгізу үшін инфрақұрылымдық, қаржылық және әлеуметтік факторларды ескеріп, кешенді тәсіл қажет. Экологиялық көлік жүйесін қала ортасына енгізу – күрделі әрі көп деңгейлі процесс. Бұл бастамаға тек жаңа көлік түрлерін енгізу ғана емес, сонымен бірге қала құрылымын, көлік саясатын және тұрғындардың күнделікті дағдыларын қайта қарастыру кіреді. Қазақстандағы және басқа дамушы елдердегі басты қиындықтардың бірі – экологиялық көлікке бейімделген инфрақұрылымның болмауы, әсіресе қуаттау станцияларының, веложолдардың, жаяу жүргінші кеңістігінің тапшылығы.