

## **ЖАМАНБАЕВ БАУРЖАН УАЛИХАНҰЛЫ**

6D090100 – Тасымалдауды, қозғалысты ұйымдастыру және көлікті пайдалану мамандығы бойынша философия докторы (PhD дәрежесін алу үшін «Тараз қаласындағы жолаушылар көлігінің маршруттық желілерін оңтайландыру» тақырыбына дайындалған диссертациялық жұмысына

### **АҢДАТПА**

**Зерттеудің өзектілігі.** Еліміздің экономикасы және әлеуметтік әл ауқат көрсеткіштері бойынша дамыған елдердің деңгейіне шығу қалалық жолаушылар көлігі жүйесін ұйымдастыруға жаңа талаптар қояды. Халықтың көлік қызметтеріне деген қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қажетті жағдайлар жасау қала билігінің маңызды міндеті болып табылады. Өңір экономикасын одан әрі дамыту міндеттерін шешу кезінде мемлекеттік және жергілікті билік органдары үшін қалалық жолаушылар көлігі болып табылатын әлеуметтік маңызы бар сектордың тиімді жұмысы ерекше маңызға ие болып отыр.

Қазіргі кезеңдегі қалалық жолаушы тасымалдауды басқаруда ақпараттық жүйелерді қолдану қажеттігі туып отыр. Өйткені қалалар жоғары қарқынмен өсуде, көшеде жылжымалы құрамның саны күрт артуда, жаңа маршруттар жасақтау және т. б. мәселелер туындауда. Осының нәтижесінде шұғыл шешім қабылдау үшін есепке алынатын және талданатын ақпараттардың көлемі айтарлықтай артуда. Бұл ақпараттар көлемін арнайы бағдарламалар мен компьютер жәрдемінде ғана өңдеуге болады. Компьютерлік технологиясыз қалалық жолаушы тасымалдаудың одан әрі дамуы мүмкін емес.

Көлік инфрақұрылымын қалыптастыру және дамыту міндеттерін шешу қаланың техникалық даму көрсеткіштеріне, кәсіпорындар мен халық қажеттіліктерінің өсуіне, ресурстық мүмкіндіктерге байланысты көптеген факторларды ескеруді талап етеді. Ресурстық шектеулердің уақытша динамикасын ескере отырып, шешілетін міндеттер мен көлік-жол ресурстарына қажеттіліктердің динамикасымен бірге қалалық және аймақтық деңгейде негізгі көлік байланыстарын жетілдіру үдерістерін оңтайландыруға мүмкіндік беретін ғылыми негізделген тәсілді тұжырымдаудың объективті қажеттілігіне әкеледі.

Аталған мәселелерді әзірлеу және зерттеу тиімділігін әр түрлі тарихи кезеңдерде, олардың даму заңдылықтары негізінде жинақталған тәжірибелерге сүйене отырып, ғылыми және әдіснамалық жұмыстар орындалған. Бірақ отандық қалалық жолаушылар тасымалдау желілерін басқа мемлекеттің, тіпті басқа қалалардың қолданыстағы ұтымды жүйелерімен желілерін көшірме ретінде пайдалануға болмайды. Өйткені әрбір қаланың орналасуымен тұрғындарының менталитеті, қозғалыс қажеттіліктерімен ағымдары бір-біріне сәйкес келмейді, сондықтан кез-келген қаланың өзінің ерекшеліктеріне сәйкес жоспарлауды және ұйымдастыруды қажет етеді.

Қорыта айтқанда жалпы қалалардың көлік жүйелерінің дамуы мен жұмыс істеуінің теориялық-әдістемелік негіздерін жетілдіру және қалалардың жол желілері бойынша көлік ағындарының үздіксіз және қауіпсіз қозғалысын қамтамасыз ету, қалалық көлікпен тасымалдаудың барлық түрлерінде көлік шығындарын азайту бүгінгі таңдағы ең өзекті мәселелердің бірі екені айқын.

**Жұмыстың мақсаты** қала тұрғындарының қажеттіліктерін толық, уақтылы және сапалы қанағаттандыру мақсатында қоғамдық жолаушылар көлік желілерін оңтайландыру болып табылады.

**Зерттеу міндеттері:**

– Тараз қаласы бойынша жолаушылар көлік жүйесінің қазіргі кездегі жағдайын, яғни сандық-сапалық көрсеткіштері тұрғысынан талдап белгілеу;

– қалалық көлік жүйесінде тиімді желілерді құрудың заманауи ғылыми теориялық негіздеудің ірге тасын зерттеу;

– қоғамдық көлік аялдамаларының орналасу орындарын анықтау әдісін зерттеу және әзірлеу;

– қоғамдық көлік жүйесінде мультиколониялық құмырсқа әдісі негізінде жолаушылардың оңтайлы жүру маршруттарының алгоритмін және қолданбалы бағдарлама көмегімен шешу әдісін әзірлеу;

– Тараз қаласының қоғамдық жолаушылар көлігінің маршруттық желілерін оңтайландырудың эксперименттік зерттеуді мен тиімділігін бағалауды жүргізу.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеу әдістері ретінде есептеу математикасы, жүйелік талдау, графикалық теориялар, ықтималдықтар теориясы, математикалық статистика және жасанды интеллект технологиялары, сондай-ақ компьютерлік және эксперименталды модельдеу әдістері қолданылады.

**Зерттеу объектілері.** Тараз қаласындағы қоғамдық көлік желілері, аялдамалар, жолаушылар және көрсетілетін қызметтер сапасы болып табылады.

**Зерттеудің теориялық-әдіснамалық негіздері.** Зерттеу жаңа ғылыми-әдістемелік тәсілдерді қалыптастыру және жолаушылар тасымалын ұйымдастыру саласындағы отандық және шетелдік ғалымдардың көптеген еңбектері негізінде ұсыныстарды ғылыми дәлелдеу арқылы жүргізілді.

**Ғылыми жаңалығы:**

– маршруттық желілерді және аялдамалардың орналасуын талдауға мүмкіндік беретін Тараз қаласының көлік байланыстарының графикалық-аналитикалық моделі жасалды;

– қалалық көлік жүйесіндегі барлық қатысушылардың мүдделерін ескеретін қалалық жолаушылар көлігінің маршруттық желілерін оңтайландыру критерийі ұсынылды;

– маршруттық желілерді оңтайландыру бойынша шешімдерді қабылдаудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін қоғамдық көлік аялдамаларының орналасқан жерін анықтау әдісі әзірленді;

– жалпыланған оңтайландыру шешімін табуға бірнеше колониялар өзара әрекеттесетін мультиколониялық құмырсқалық жүйе әдісі ұсынылды;

– қалалық жолаушылар көлік жүйесінің қарама-қайшы мүдделерін ескеруге мүмкіндік беретін қалалық жолаушылар көлік жүйесін оңтайландыру моделі әзірленді.

**Зерттеу нәтижелері** қолданбалы сипатқа ие және басқару ұйымдары қалалардың автокөлік жүйелерін дамытудың кешенді бағдарламаларын жасау кезінде қолдана алады. Осы мақсатта ұсынылған авторлық куәлікпен заңдастырылған әдістемелер: «Жолаушылардың қоғамдық көлік желісін таңдау тәсілі», «Өлшемдер теориясы негізінде аялдамалардың орналасуын негіздеудің математикалық моделі», «Қалалық жолаушыларды тасымалдау тарифтерінің экономикалық-математикалық моделі».

**Жұмысты іске асыру.** Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін Тараз қаласының әкімшілігі қалалық жолаушылар қоғамдық көлігі жүйесін дамыту кезінде өндіріске енгізді, сонымен қатар Тараз қаласының жолаушылар көлігін дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған бағдарламасын әзірлеу кезінде қолданды.

**Жұмыстың апробациясы.** Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері М.Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникация академиясында ғылыми-техникалық конференцияларында (2019-2021 ж. ж.), «Көлік құралдары мен жүйелерінің прогресі» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында, «Көлік құралдарының сапасы мен пайдалану проблемалары» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында, «Тасымалдауды ұйымдастыру және көлікті пайдалану» кафедрасының ғылыми семинарында, «Көлік техникасы және технология» кафедраның отырысында баяндалды, талқыланды және мақұлданды.

**Жарияланымдар.** Диссертациялық жұмыстың тақырыбына сәйкес 5 мақала басып шығарылған. ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылым және жоғарғы білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынылған басылымдарда: «Логистика және көлік академия» баспасы «Қазақ көлік және коммуникациялар академия хабаршысы» журналында 3 мақала басылып шығарылған. «Scopus» ақпараттық базаларына құрамына кіретін халықаралық рецензияланған ғылыми журналдардағы 2 мақала жарияланды.

**Жұмыстың құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, мазмұннан, 4 негізгі тараудан, қорытындыдан, қосымшалардан құралған. Жұмыстың мазмұны 135 беттен, 38 суреттен, 28 кестеден, 91 әдебиет тізімінен тұрады.

Кіріспеде диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделеді, зерттеудің мақсаты, міндеттері, әдістері мен объектісі тұжырымдалады, ғылыми жаңалығы сипатталады, алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы көрсетіледі.

**Бірінші тарауда** қолданыстағы жолаушылар ағындарына, маршруттық желілерге шолу және талдау және маршруттардағы автобустардың жұмысын ұйымдастыру, Тараз қаласының мысалында қалалық жолаушылар көлігін ұйымдастырудың ерекшеліктері, көрсеткіштері, кемшіліктері мен даму

перспективалары анықталды, сондай-ақ диссертациялық зерттеудің міндеттері негізделді.

Тараз қаласының қалалық көлігінің қалыптасқан маршруттық желісін бағалау үшін мынадай негізгі көрсеткіштер қолданылады:

- көлік желісінің тығыздығы;
- желінің қамту коэффициенті;
- маршруттық коэффициент;
- маршруттардың түзу сызықты еместік коэффициенті.

Автобус маршруты желісінің негізгі параметрлері 1-суретте келтірілген.

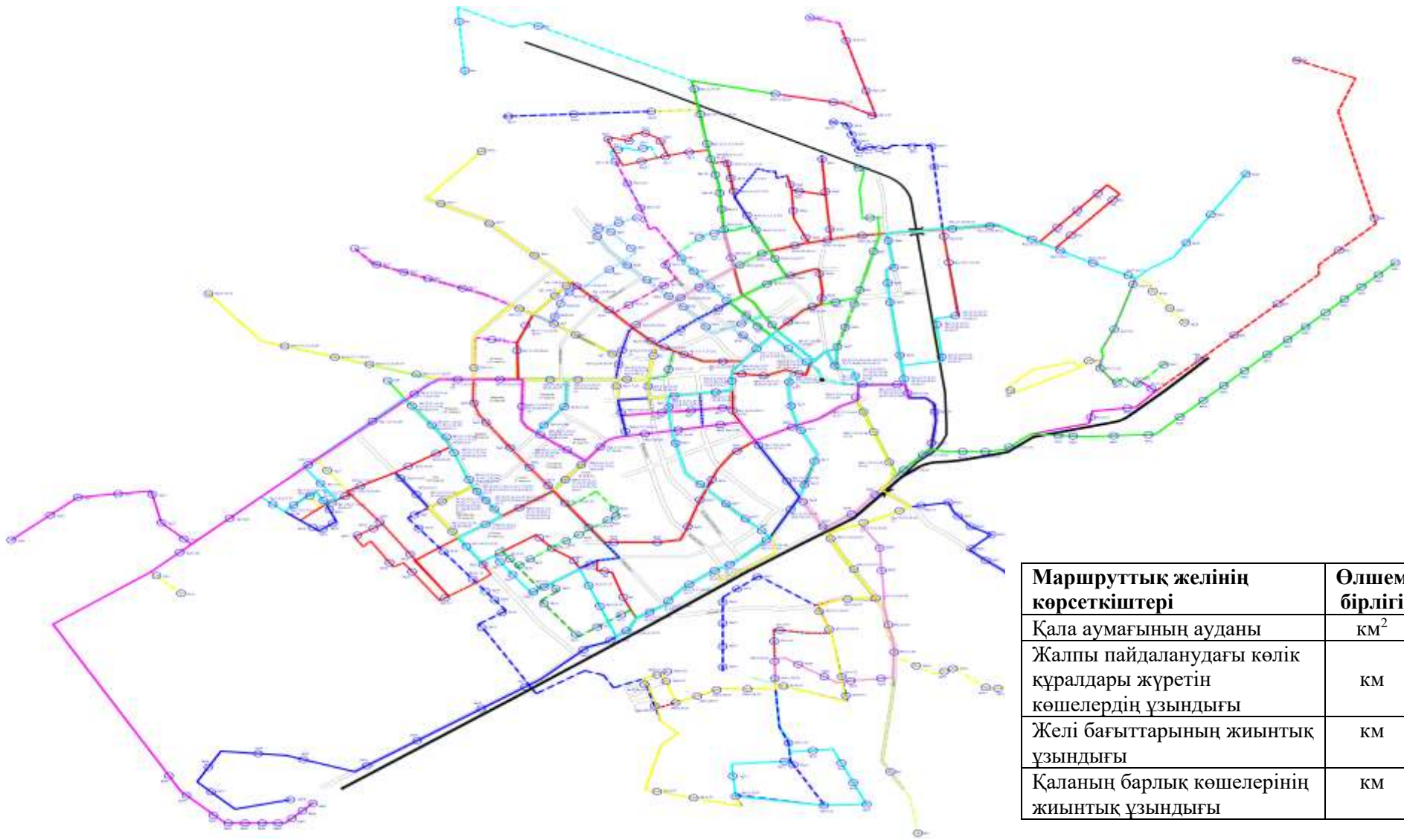
Қаланың көше-жол желісінің учаскелері бойынша бір мезгілде өтетін маршруттар санын талдау нәтижесінде 15-тен астам маршрут жүретін 10 аралық және 14 соңғы аялдама пункттері анықталды. Бұл аялдамаларда 50% көбі қалалық жолаушы көлікті (ҚЖК) маршруттарымен ең көп жүктелген. Осы аялдамаларда жолаушы көлігінің қозғалыс жиілігі 55-79 автобус/сағатты құрайды. Жоғары қозғалыс қарқындылығы аялдамаға кіру және күту кезінде ЖҚ-ның ұзақ тоқтап қалуына және жолаушыларға қызмет көрсетудің сапасыздығына байланысты аялдама пункттерін жүктелуін бөлу қажеттілігін көрсетеді.

Тараз қаласының кейбір ауданы үшін тұрғын үй құрылыс аймақтары үшін жасалған жаяу жүргіншілерге қол жетімділік мәселелерін талдау нәтижесінде кейбір аудан аумағында жаяу жүргіншілерге қол жетімділігі қалалық жолаушылар көлігі аялдамаларына дейін арналған нормативтен асып түсетін аумақтардың бар екенін көрсетті. Қант зауыты, Барысхан массиві, Қарасу және т.б. аудандарында қалалық жолаушылар көлігінің аялдамаларына жаяу жүргіншілердің қол жетімділік деңгейі төмен

Мысалы, қаланың орталық ауданға жақын аумағында тіпті жаяу жүргіншілерге қолжетімділік аймақтарына кірмейтін учаскелер бар – бұл аталған аумақтар шегінде негізінен аз қабатты жеке құрылыс аудандары көп.

Кеңес дәуірінің XX ғасырының басын жолаушылар ағыны мен корреспонденцияны зерттеуге жатқызуға болады, олардың негізін қалаушылар ғалымдар: Г.В. Шелейховский, С.А. Андреев. Жолаушылар ағындары мен корреспонденцияны анықтау, сондай-ақ графтар теориясының әдістері негізінде маршруттық көлік желісін қалыптастыру қалаларда жолаушылар тасымалын ұйымдастырудың тиімді әдістерін жасауға мүмкіндік берді. Бұл бағыттағы зерттеулер: В.В. Коноплин, Б. Л. Геронимус, Д. Джумаев, М. В. Хрущев, В. В. Яворский, И. П. Макаров, В. П. Федоров, Н. В. Булычева, А. П. Лопатин, С.Ю. Ольховский, В. М. Вейцман және басқалар.

Қалалардың нақты маршруттық желісінде қолданылатын ҚЖК ұйымдастыру мен басқарудың қолданыстағы әдістері Тараз қаласының мысалында жолаушылар тасымалының жай-күйі мен даму перспективаларына талдау жүргізудің алғышарттары болды.

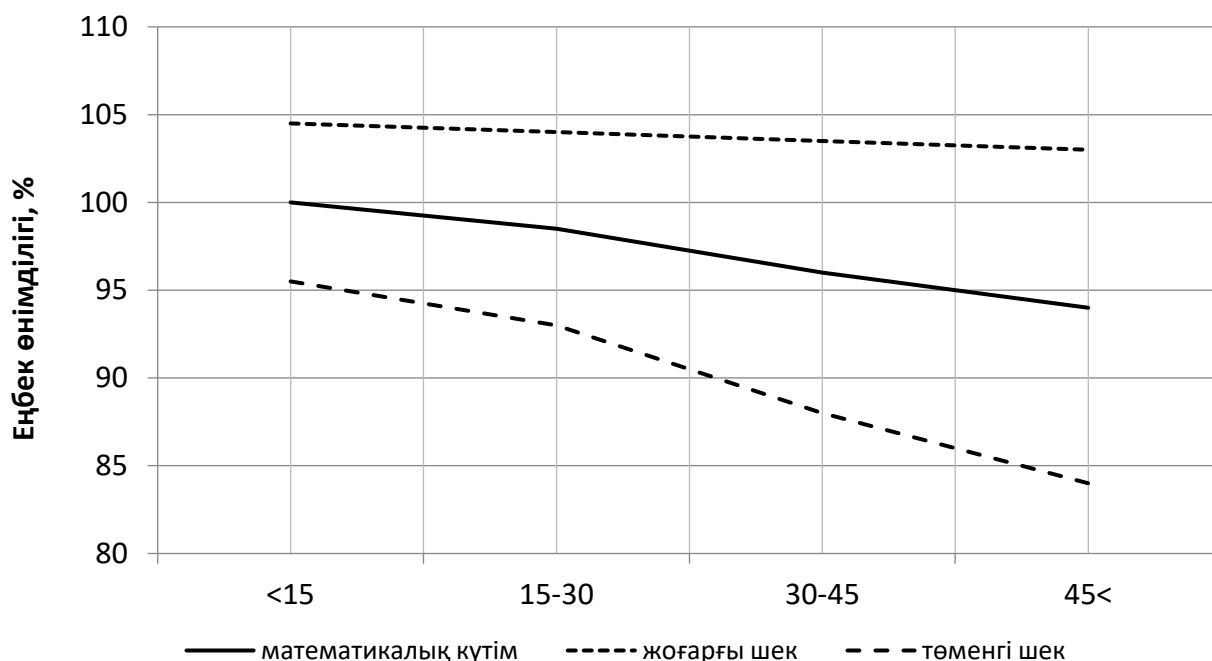


<b>Маршруттық желінің көрсеткіштері</b>	<b>Өлшем бірлігі</b>	<b>Мәні</b>
Қала аумағының ауданы	км <sup>2</sup>	187,0
Жалпы пайдаланудағы көлік құралдары жүретін көшелердің ұзындығы	км	282,7
Желі бағыттарының жиынтық ұзындығы	км	828,2
Қаланың барлық көшелерінің жиынтық ұзындығы	км	996,0

Сурет 1 – Тараз қаласындағы маршруттар желісі

**Екінші тарауда** қалалық жолаушылар көлігінің маршруттық желілерін құрудың негізгі ғылыми теориялық принциптері қарастырылады.

Еңбек өнімділігінің еңбек қозғалысының уақыт шығындарына тәуелділігі қала шегінен тыс немесе көлік қол жетімділігі нашар аудандарда орналасқан кейбір кәсіпорындар үшін қиындықтар туғызады. Жұмысшылардың еңбек өнімділігінің өзгеруі, еңбек қозғалысына жұмсалған уақытқа байланысты, нәтижелері 2-суретте көрсетілген зерттеулермен расталады. Сонымен, еңбек сапарларының ұзақтығын лимиттен 10 минутқа арттыру еңбек өнімділігінің 3-4% - ға төмендеуіне әкеледі.



2-сурет. Еңбек өнімділігінің жылжуларға шығындалған уақытқа тәуелділігі

Диссертацияда еңбектік жылжуларға шығындалған уақыт пен еңбек өнімділігі арасындағы аналитикалық тәуелділік анықталды:

$$E_{\text{өнім}} = 100 - 0,0373T_{\text{жылжу}} - 0,00212T_{\text{жылжу}}^2 \quad (1)$$

мұндағы  $T_{\text{жылжу}}$  – қозғалысқа жұмсалған уақыт;

Жол жүруге жұмсалған уақытты анықтаудағы негізгі қиындық құрамдас бөліктердің сандық мәндерін, атап айтқанда, жолаушының қызмет көрсетуді бастауды күту уақытын анықтаудан тұрады.

Статистика комитетінің деректері бойынша Тараз қаласының соңғы 13 жыл ішінде халық саны, жолаушы тасымалдау көлімі, жан басына шаққанда жалпы өңірлік өнім (ЖӨӨ), жан басына шаққанда орташа табыс және жеңіл автомобильдердің саны анықталды. Сызықтық типті тәуелділікті пайдалану арқылы халықтың көліктік жылжығыш шамасын болжау үшін регрессия теңдеуін қолданамыз.

Көліктік жылжығыштығы көрсеткіштермен байланысы:

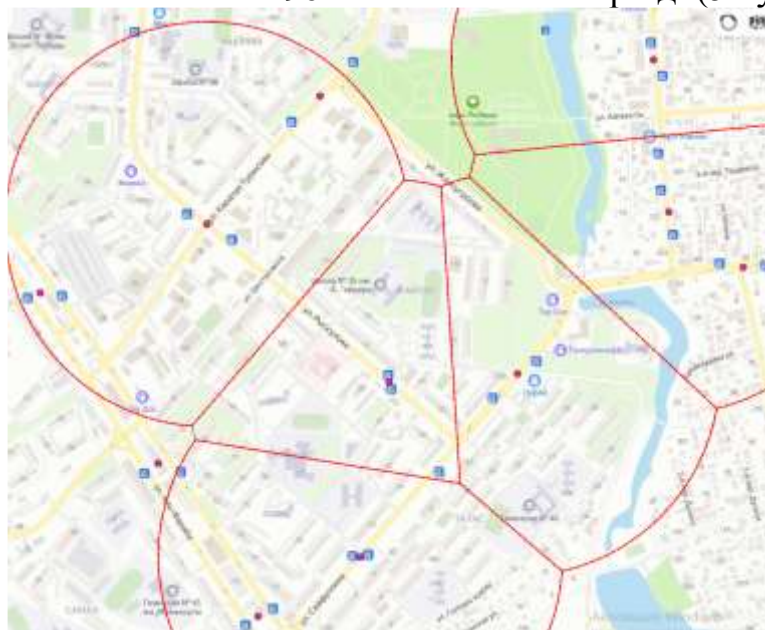
– халық санымен, халықтың ЖӨӨ және халықтың жан басына шаққандағы орташа табысымен байланыс айтарлықтай тығыз ( $r$  0,9-дан жоғары);

– халықтың автомобильдеу деңгейінің көрсеткіші әлсіз болып саналады, корреляция коэффициентінің мәні  $r = 0,209$ ;

Бұл дегеніміз соңғы кездері халықтың санымен қатар халықтың өмір сүру деңгейі өсуі көліктік жылжығыштығынның өсуіне алып келеді. Халықтың автомобильдеу деңгейінің өсуі жолаушы көлікті қолдану тартымсыздығын көрсетеді.

Аялдама көлік инфрақұрылымының объектісі болып табылады және іргелес аудандармен байланысты қамтамасыз ету үшін тиісті түрде орналастырылуы керек, осылайша қоғамдық көліктің қолжетімділігін қамтамасыз етеді.

Тараз қаласының аумағында орналасқан аялдама аймағын 500 метрден 1000 метрге дейінгі өлшеммен 490 сегментке бөлістірілді (5-сурет).



Сурет 5 – Тараз қаласын сегменттерге бөлу

Көліктік сұраныс аялдама аралық корреспонденция матрицасын құруды көздеді. Ол үшін қаланың барлық аялдамаларда қалалық жолаушылар ағынының пайда болу және өтеу пункттері болып табылатын аудандарына бөлінді. Аялдама аралық корреспонденция матрицасы математикалық модельдеу (MatLab бағдарламалық кешенінде "гравитациялық" модельді қолдану арқылы) арқылы алынды.

Көлікті маршруттау міндеттерін талдау негізінде ҚЖК маршруттық схемаларын оңтайландыру кезінде ескеру қажет қосымша шектеулер қарастылды. ҚЖК жүйесі үшін оңтайландыру критерийі ретінде жолдың белгілі бір бөлігінде жолаушылар ағынының тығыздығын пайдалану ұсынылды:

$$D_{AB} = \frac{\sum Q_{AB}}{L_{AB}} \rightarrow \max \quad (2)$$

Көліктік маршруттау мәселелерін шешу әдістерін талдау бүгінгі таңда ең перспективалы Мета-эвристикалық алгоритмдер екенін көрсетті.



**Үшінші тарауда** қоғамдық көлік аялдамаларының орналасуының негіздеу, жолаушылардың қалауын зерттеу және құмырсқалар алгоритмі негізінде жолаушылар көлігінің маршруттық желілерін оңтайландыру мәселелерін шешу әдістерін әзірлеу қарастырылды.

Диссертацияда аялдамалардың қол жетімділігіне әсер ететін маңызды факторлар анықталды және олардың әрқайсысын анықтау аймағын белгілеу мақсатында априорлық рейтингті талдау нәтижелері келтірілген. Априорлық ақпарат негізінде факторлардың априорлық рейтингі жасалды, бұл ең маңызды факторларды анықтауға және маңызды емес әсер ететін факторларды жоюға мүмкіндік береді.

Өлшемдер теориясын қолдана отырып, ұсынылған математикалық модель екі кезеңде қарастырылады: жаяу жүргіншілердің аялдамаға дейін қозғалысы және жолаушының транзиттік аялдамаға дейін жүруі және жаяу жүргіншілер жүріп өткен қашықтықтың негізгі көрсеткіштерін ескере отырып, бір жағынан - қоғамдық көлік аялдамаларының орналасқан жерін анықтауға мүмкіндік беретін теориялық алғышарт, және екінші жағынан - қоғамдық көлік қозғалысының жылдамдығы.

*Бірінші кезең.* Респонденттердің пікірінше, жаяу жүргіншілердің аялдамаға дейінгі қозғалысына келесі факторлары әсер етеді: жаяу жүргіншінің көлік аялдмасына дейінгі қашықтығы  $L$ , аялдамаға келу уақыты  $t_1$ , жаяу жүргіншінің жылдамдығы  $v$  және қоршаған ортаның климаттық температурасы  $\theta$ .

$$t_1 = \left(\frac{L}{v}\right) \cdot f\left(\frac{\theta}{p \cdot Q}\right) \quad (3)$$

*Екінші кезең.* Жолаушының транзиттік аялдамаға дейін жол жүруі.

$$t_2 = \text{const} \left(\frac{1}{N * t^{-1}}\right) \cdot \varphi\left(\frac{a_a}{a_t}\right). \quad (4)$$

Алынған тәуелділіктер қоғамдық көлік аялдамаларының орналасу орындарын әзірлеу және негіздеу кезінде қолданылуы мүмкін.

Бұл тарауда қоғамдық көлік жүйесінде автобус желісін таңдау кезінде жолаушылардың қалауын бағалау әдістемесі әзірленген. Ұсынылған тәсіл логикалық математикалық аппаратқа негізделген және жолаушылардың қалауын анықтайтын тиістілік функцияларын есептеу үшін сауалнама деректерін пайдаланады. Әзірленген әдіснаманы суреттеу үшін Тараз қ. жүргізілген, жолаушылар сауалнамасының жағдайлық зерттеуі пайдаланылады.

Жолаушылардың соңғы қалауын көрсететін тиесілік функциясын бағалау үшін таңдалған белгілердің әрқайсысы үшін салмақ коэффициенттерін анықтау қажет. Біз салмақ коэффициенттерінің мәндерін барлық респонденттер үшін орташа арифметикалық мәндер ретінде анықтадық. Сауалнама мәліметтеріне сәйкес таңдалған артықшылық функцияларын респонденттер бірдей бағалады, дегенмен тариф біршама маңызды функция ретінде бағаланды.



Біз салмақ коэффициенттерінің мәндерін барлық респонденттер үшін орташа арифметикалық мәндер ретінде анықтадық. Сауалнама мәліметтеріне сәйкес таңдалған артықшылық функцияларын респонденттер бірдей бағалады, дегенмен тариф біршама маңызды функция ретінде бағаланды.

Әдеби дереккөздерді талдау негізінде оңтайландыру қиын есептерді шешуде құмырсқа алгоритмінің тиімділігін көрсетті, жаңа тәсілді әзірлеу үшін оның негізгі принципін таңдау негізделген.

Ұсынған әдістің негізгі идеясы-дәстүрлі құмырсқа алгоритміннен өзгешілігі бір уақытта әрекет ететін бірнеше колония қолдану. Колониялар ортақ мақсатқа жету үшін әр қадамда бірлесіп шешім қабылдайды, бірақ әр колония өзінің міндетін шешеді.

Біріншіден, құмырсқалар топтары қалыптасады, олардың құрамына әр колониядан бір өкіл кіреді. Шын мәнінде, мұндай колония аралық топтардың әрқайсысы құмырсқаның дәстүрлі алгоритмінің жеке құмырсқасын алмастырады. Топтағы барлық құмырсқалар шешімді дәйекті түрде қалыптастырады.  $k$  тобындағы колонияға жататын  $x$  құмырсқа шешімнің бір бөлігіне формула бойынша қалыпты ықтималдығы:

$$p_{x,i}^k(t) = \frac{[\tau_{x,i}^k(t)]^\alpha \cdot [\eta_{x,i}^k]^\beta}{\sum_{y \in Y} \sum_{j \in J^k} [\tau_{y,i}^k(t)]^\alpha \cdot [\eta_{y,i}^k]^\beta} \quad (5)$$

мұндағы:  $Y$  – көптеген колониялар;

$J^k$  –  $k$  тобы үшін көптеген қол жетімді шыңдар;

$\eta_{x,i}^k$  – баламаның априорлық тартымдылығы,  $x$  колониясының қазіргі  $k$  тобының құмырсқа шыңынан  $i$  шыңына өту құнының кері мәні;

$\tau_{x,i}^k$  –  $x$  колониясының қазіргі  $k$  тобындағы құмырсқа шыңынан  $i$  шыңына өтудегі  $x$  колониясының феромонының мөлшерімен анықталатын баламаның артқы тиімділігі;

$\alpha, \beta$  – алгоритмнің реттелетін параметрлері.

Ұсынылған әдіс негізінде әртүрлі міндетті шарттарын ескеруге мүмкіндік беретін көп колониялық құмырсқа алгоритмі жасалды

**Төртінші тарауда** әзірленген алгоритмнің эксперименттік зерттеулерінің нәтижелері ұсынылды және Тараз қаласына ұсынылған іс-шаралардың экономикалық тиімділігі анықталды.

Маршруттық желілерді оңтайландыру әдістемесінің алгоритмін жүзеге асыру үшін 3 кезенге бөлінді:

Бірінші кезеңде қашықтық матрицасын құрудан басталады,  $N$  шыңдары бар және  $A$  доғалары бар болған, қандай да бір  $G(N,A)$  граф қарастырылды. Графиктен берілген  $i$  шыңынан әрқайсысына дейінгі ең қысқа жолдар мен олардың ұзындықтарын табу қажет.

Екінші кезеңде қалалық көлік жүйесіне корреспонденциялар матрицасы есептеледі. MATLAB-та «Гравитациялық» модельді қолдана отырып, математикалық модельдеу арқылы алынған аялдама аралық

корреспонденциялар матрицасын  $T_{i,j}$  аялдама аралық корреспонденциялар матрицасын есептеу жүргізілді.

Үшінші кезеңде жолаушылардың оңтайлы жүру маршруттарын таңдау жолаушылар ағынының тығыздығы минимум болу критерийі бойынша жүзеге асырылады және жолаушылар ағынының мөлшері бойынша тиімді тасымалдау тораптары анықталады.. Оңтайлы бағытын таңдау мәселесін шешу үшін MATLAB тілінде бағдарламалық өнім әзірленді

Тараз қаласының маршруттық желісін оңтайландыру жолаушылар тасымалының сапасын арттыруға мүмкіндік берді. Оңтайландыру процесінде қала орталығындағы көше-жол желісінің кейбір учаскелерінде жолаушылар ағыны қайта бөлінді. Нәтижесінде барлық тартылыс орындары мен оларға тасымалдау көлемі сақталған кезде автобустар қозғалысының қарқындылығы және желінің ең көп жүретін учаскелеріндегі жолаушылар ағыны төмендеді.

Осылайша, Тараз қаласында қалалық жолаушылар көлігі жүйесінің жұмыс істеу сипаты туралы эксперименттік деректер, әзірленген модельдер мен бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде автобус тасымалдарының оңтайлы маршруттық желісін қалыптастыру мәселесі шешілді. Негізгі пайдалану көрсеткіштері халыққа көліктік қызмет көрсету сапасының жақсарғанын көрсетеді.

Жаңа маршруттық желіні енгізудің экономикалық әсерін анықтау кезінде Тараз қаласының қолданыстағы маршруттық желісінің маршруттарындағы барлық автобустардың бір жұмыс күні ішінде жалпы жүрісі 28415 км құрады. Ұсынылған маршруттық желінің барлық маршруттарда 25212 км-ге азайды. Паркінен берілген сыйымдылық; ПАЗ-3205 маркасына сәйкес келтірілді

Тараз қаласының жаңа маршруттық желісіне көшу нәтижесінде, тасымалданған жолаушылар саны бірдей болған жағдайда алынатын тікелей экономикалық тиімділік (жолаушы тасымалдауға жұмсалатын шығыстардың кемуі нәтижесінде) тәулігіне 208 195 тг немесе айына 6 245 850 тг сомасындағы қаржыны қамтамасыз етуі тиіс деген қорытынды жасауға болады.

Диссертация тақырыбы бойынша 12 мақала жарияланып 3 авторлық куәлік алынды:

1. Zhamanbayev, B. & Raimbayev, A & Almakhanova, E & Raimbayev, S & Waldemar W. Two-stage substantiation of placement of public transport stops. *Transport problems*. 2021. Vol. 16. No. 1. P. 87-97.

2. Naumov V., Zhamanbayev B., Agabekova D. Zhanbirov Zh. & Taran I. Fuzzy-Logic Approach to Estimate the Passengers' Preference when Choosing a Bus Line within the Public Transport System. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*. 2021, 23(3), A150-A157.

3. Жаманбаев Б.У., Бекжанова С. Е., Раимбаев А.Т. Алмаханова Э.А. Қоғамдық көлік аялдамаларының орналасуын негіздеу. г.Алматы. Вестник КазАТК, Том 123 № 4, 2022.

4. Жаманбаев Б.У., Бекжанова С. Алмаханова Э.А. Қалалық көлік жүйесінің көрсеткіштерін бағалау (Тараз қ.). г.Алматы. Вестник КазАТК, Том 123 № 4, 2022.

5. Б.К.Мусабаев, Б.У.Жаманбаев, Э.А.Алмаханова. Прогнозирование учетной транспортной подвижности населения г.Алматы. Вестник КазАТК, №3, 2019. с. 112-117

6. Имандосов А.Т., Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Сатаева Ж.Б., Жетібаева Б.Б. Қалалық жолаушы көлігі жүйесінің аялдама пунктерін зерттеу. Научный журнал «Механика и Технологии», Тараз. – 2018. – №1. – С.81-90.

7. Жаманбаев Б.У., Имандосов А.Т., Раимбаев А.Т., Алмаханова Э.А., Аясқан Ж.Н., Әбдіғапар А.Р. Автобус түрі мен санын оптимизациялау моделі. Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати, РК, Научный журнал «Механика и Технологии», Тараз. – 2018. – №1. – С.91-95.

8. Имандосов А.Т., Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Аясқан Ж.Н., Байыс Н.Б., Сәбит М.Б. Қоғамдық көлік жүйесінің әлеуметтік-экономикалық тиімділігі. Научный журнал «Механика и Технологии», Тараз. – 2019. – №2. – С.146-158.

9. Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Имандосов А.Т., Сатаева Ж.Б., Суюнбеков А.Ә., Сәбит М.Б.Қалалық жолаушы көлігінің жүйесін жетілдіру әдістері. Научный журнал «Механика и Технологии», Тараз. – 2019. – №2. – С.159-165.

10. А.М. Елшібеков, Н.Р. Джакупов, Б.У. Жаманбаев.Қалалық жолаушылар тасымалы үшін электрлі автобус пайдалану келешегі. Научный журнал «Механика и Технологии», Тараз. – 2020. – №1. – С.172-178.

11. Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Молгаждаров А.С.Результаты априорного исследования современного состояния городского пассажирского транспорта г.Тараз. Материалы XLII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика», 18 апреля 2018 г., г. Алматы, КазАТК им. М.Тынышпаева. том 3, с. 312-316

12. Жаманбаев Б.У., Мусабаев Б.К., Алмаханова Э.А. Развитие городского пассажирского транспорта г.Алматы: проблемы и перспективы. Материалы XLIII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика», 17 апреля 2019 г., г. Алматы, КазАТК им. М.Тынышпаева. том 2, с. 115-118

13. Жаманбаев Б.У., Бекмагамбетова Л.К., Жанбирова Ж.Г. Жолаушылардың қоғамдық көлік желісін таңдау тәсілі. Авторлық куәлік № 27619, берілу күні 01 июля 2022 г.

14. Жаманбаев Б.У., Жанбирова Ж.Г., Алмаханова Э.А. Өлшемдер теориясы негізінде аялдамалардың орналасуын негіздеудің математикалық моделі. Авторлық куәлік № 27847, берілу күні 15 июля 2022 г.

15. Жаманбаев Б.У., Жанбирова Ж.Г., Алмаханова Э.А. Қалалық жолаушыларды тасымалдау тарифтерінің экономикалық-математикалық моделі. Авторлық куәлік № 27922, берілу күні 21 июля 2022 г.