

Concept for improving the organization of car flow «Almaty division - freight transportation»

M.M. Nurzhaubayev^{1*}, A.S. Izbaïrova¹, S. Bolatkyzy¹, V.F. Lukinykh²

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*Corresponding author: make1370@mail.ru

Abstract. This article analyzes the theoretical and methodological foundations of organizing and improving car flows of the Almaty Transport Department. The results of the analysis determine the main directions for improving the organization of car flows and formulate tasks for the implementation of these directions. JSC «KTZ - Freight transportation» - the effective organization of transportation is carried out due to the system of organizing car flows into trains and the train schedule «Almaty department - freight transportation». It is possible to ensure the lowest costs for receiving, sending and delivering trains on sections of the railway infrastructure of the Republic of Kazakhstan by developing an optimal train formation plan. The use of innovative technologies in the field of car flow management involves the interaction of technological processes of car flow movement, automated and train flow modeling systems. When developing an optimal train formation plan, the following stages of the organization are considered: development of a freight transportation plan; selection of polygon (calculation direction); modeling of traffic flows; development of a correspondence table for traffic flows along the calculated route; methodology for calculating the train formation plan for various categories of freight trains; analysis and adjustment of the train formation plan. In the Development Strategy «Kazakhstan-2050», the task of increasing the efficiency and quality of railway transport is identified as one of the important priorities. It is impossible to fulfill the main task of railway transport - to more fully and timely satisfy the customer in transportation without increasing the efficiency and quality of the railways. The presence and use of well-founded recommendations allow us to adapt the technology, methods and management system of the transportation process to the operating conditions of the railways in the considered important areas of work of the Almaty Transportation Department. This will improve the quality of basic services of public railway transport and obtain a technical and economic effect.

Keywords: railway transport, organization of transportation, automated control systems, artificial intelligence, cars, trains, railway station, route.

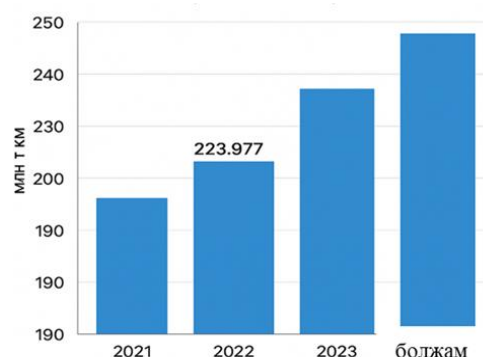
1. Кіріспе

Еліміздің теміржол көлігінің жұмысында болған терең өзгерістер технология мен басқару саласында барабар шешімдерді талап етеді. Сонымен қатар, пайдалану жұмысын ұйымдастырудың дәстүрлі түрде қолданылатын бірқатар ережелері ұсынылған технологиялық талаптарға жауап беруді тоқтатты. Басқару әдістерінің жаңа пайдалану жағдайларынан артта қалуы ерте жылдары учаскелік жылдамдық, вагонның орташа тәуліктік жүрісі, вагондардың техникалық станцияларда болу уақыты сияқты тасымалдау үрдісінің сапалық көрсеткіштерінің орындалу деңгейінің айтарлықтай төмендеуінің себептерінің бірі болды. Қазіргі уақытта теміржол көлігі елдегі барлық жүк тасымалының 47%-дан астамын қамтамасыз етеді. 2023 жылы Қазақстанның теміржол көлігінің жүк айналымы 223,977 млн. ткм құрап, 2022 жылдың мәнінен 18%-ға асып түсті.

Темір жол көлігін дамытудың одан әрі бағыты инновациялық IT-технологияларды, зияткерлік көлік жүйелерін, тасымалдау процесіне барлық қатысушылардың сындарлы өзара іс-қимылын пайдалана отырып, Қазақстан темір жолдарының магистральдық

желісінің қауіпсіз, барынша мүмкін болатын өткізу және тасымалдау қабілетін қамтамасыз етуге бағытталуы тиіс.

Республиканың тиімді географиялық жағдайы мен стратегиялық мүмкіндіктері темір жолдардың қарқынды дамуының катализаторы болып табылады. Теміржол көлігі жүйесінің жұмысын бағалайтын маңызды критерийлердің бірі - жүк тасымалы мен жүк айналымы.



Сурет 1. Қазақстандағы жүк айналымының өсуі (2021-2024). Дереккөз: «КТЖ» АҚ деректері бойынша, 2024 жылға болжамды бағалаумен

2. Зерттеу әдістері мен материалдары

Теміржол телімдерінің өткізу қабілетін оңтайландыру және осы мәселені шешу жөніндегі іс-шаралар шетелдік авторлардың ғылыми мақалаларында қарастырылды: Бурейка г., Вайчюнас г., Ши Д., Зануй А. С., Неделякова Е., Валла М., Храницкий М. П., Маньковский ц., Лижбетинова Л., Смочинский П., Гилл А., Ладинский А., Лавр М., Войнар Г., Ирлик М., Фольга П., Ирлик М., Шпитко Я., Сальгадо Дуарте Й., Райымбеков З., Сыздықбаева Б., Ижволт Л., Добеш П., Арахова В., Хошимов А., Шиванандхам С., Гаджананд М. С., Ся Я., Ван Х., Чжоу И., Ло И., Вэй Я., Козаченко Д., Бобровский В., Гера Б., Сковрон И., Горбова А., Ге С., Чжэцзян Ч., Цинь Е., Хуан П., Борун М., Рамезани С., Вашегани Фарахани Н., Хассаннаеби Е., Аболмаали С., Шакибайфар М., Бабабейк М., Фаржадамин М., Хадеми Н., Фани А., Ли Ч., Вэн Ч., Ху Ж., Сю Ч., Хуан П., Цзян с, Шахин и, Вэн к, Се ц, Чен Е, Вонг С.С., Чжан Ш, Ло С. М., Доможирова А. Д., Шкурин К.М. Сонымен қатар, шетелдік теміржолдарда вагон ағындарын ұйымдастырудың теориясы мен практикасы және вагон ағындарын ұтымды ұйымдастыруды таңдау мәселесін шешудің жаңа теориялық тәсілдері қарастырылды.

Вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесі және өткізу қабілеті теміржол желілері мен станцияларының өнімділігінің негізгі көрсеткіштері, яғни теміржол көлігі жүйесінің өнімділігінің көрсеткіші болып табылады. Вагон ағындарын ұтымды ұйымдастыруға және теміржол көлігі телімдерінің өткізу қабілеттілігіне әсер ететін негізгі әдістер мен іс-шараларды қазіргі заманғы вагон ағындарын ұйымдастыру үшін ең өзекті деп бөліп көрсетуге және оны арттыру бойынша іс-шараларды ұсынуға болады.

Мақалада әдістер, модельдер, іс-шаралар негізінде теміржол желілерінің өткізу және тасымалдау қабілетіне әсер ететін вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесін жетілдіру бойынша негізгі ғылыми-практикалық зерттеулер ұсынылған.

Кесте 1. Заманауи вагон ағындарын оңтайландыру әдістері

№	Әдіс	Ел/автор	Артықшылықтары	Кемшіліктері	ҚТЖ-дегі қолдану
1	Пойыздар құрастыру жоспары	Қазақстан /ҚТЖ	Басқаруды оңайлатады, кідірістерді төмендетеді	Нақты диспетчерленуді талап етеді	Перспективалы
2	Байес желілері	Қытай	Тәуекелдерді болжайды	Математикалық күрделілік	Перспективалы енгізу
3	Кездейсоқ орман	Нидерланды	Модельдің күрделілігі	Универсалды емес	Зерттелуде
4	«Бабочка» моделі	Польша	Кенеттен жағдайларды талдайды	Огнеопасный универсалдық	Тестілеуде
5	Жасанды нейрожелі	Германия, АҚШ	Автоматтандырылған оқыту	Үлкен деректерді талап етеді	Тестілеуде
6	Генетикалық алгоритмдер	Жапония, Оңтүстік Корея	Үлкен оқыту жиынтығын қажет етеді	Жетілдіруге мүмкіндік береді	Талаптармен

1-кестеден көріп отырғанымыздай, шетелдік әдістер «ҚТЖ» АҚ шеңберінде бейімделуі мүмкін және

классикалық логистикалық тәсілдерді де, қазіргі заманғы цифрлық технологияларды да қамтиды.

Теміржол көлігіндегі вагон ағындарын тиімді ұйымдастыруға арналған осы мақаладағы зерттеу мәселелері қазіргі уақытта вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесін жетілдіру мен ұйымдастыруды талдау теориясы мен практикасына жеткіліксіз көңіл бөлінетіндігінде. Мәселелерді шешу немесе вагон ағындарын ұйымдастырудың жаңа жүйелерін, іс-шаралар мен әдістерді әзірлеу үшін негізгі зерттеулерді қолдануға бағытталған зерттеулерді бес топқа бөлуге болады:

1. Темір жол көлігінде жұмыс тиімділігі мен сапасын арттыру,
2. Қазақстан темір жолдарының магистральдық желісінің қауіпсіз, барынша мүмкін болатын өткізу және тасымалдау қабілетін қамтамасыз ету.
3. Инновациялық IT-технологиялар,
4. Интеллектуалды көлік жүйелері,
5. Тасымалдау үрдісінің барлық қатысушыларының сындарлы өзара іс-қимылы.

3. Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Өткізу және тасымалдау қабілеттерін арттыру әдістері мен шараларын анықтау үшін проблемалардың әр тобын егжей-тегжейлі қарастырылды.

Мәселелердің бірінші тобына ғылыми зерттеулерді атап өтуге болады Бурейка г., Вайчюнас г., Ши Д., Зануй А. С., онда «Теміржол инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсету үрдісіне жол геометриясының жай-күйін бақылаудың әсері» сипатталған. Бұл зерттеу теміржол инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсету деректерін өңдеуді қолдау үшін жол геометриясын өлшеу деректерін пайдалануды талдады және олардың теміржол инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсету шешімдерін қабылдауға әсерін бағалады. Атап айтқанда, жол геометриясы мониторингінің теміржол инфрақұрылымын өңдеуге әсерін бағалау тәсілі. Темір жолдардың қолайлы жағдайларда орналасуын уақтылы ұстап тұру темір жол көлік құралдарының тегіс және тұрақты қозғалысы үшін жеткілікті болып табылады. Жұмыс кезінде калибрді кеңейту механизмі әдетте біртіндеп және салыстырмалы түрде ұзақ болады.

Егер уақтылы анықталмаса, жолдың түпкілікті бұзылуы көбінесе пойыздың шекті жылдамдығынан асып кету, рельсті көліктің нашар ұсталатын және жұмыс істейтін жүрісі, рельстің қисаюы және экстремалды динамикалық әсерлер сияқты қосымша факторлардың әсерінен болады. Жол геометриясының мониторингін қолданудың әсерін ескеретін сауалнама жасалды. Теміржол инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсету үрдісіне барынша әсер ететін жол геометриясы мониторингінің ерекшеліктеріне салыстырмалы талдау жүргізу мақсатында сараптамалық бағалау аяқталды. Респонденттерден жиналған деректер көп өлшемді бағалау әдісін, атап айтқанда интерактивті анық емес сызықтық тағайындау әдісін қолдану арқылы өңделді. Әрі қарай, негізгі тұжырымдар мен ойлар берілген [1].

Райымбекова З., Сыздықбаеваның Б. «Дамып келе жатқан нарықтық экономикасы бар елдердегі көлік пен логистиканың экономикалық өсуге әсерін бағалау:

Қазақстан Республикасының жағдайлары үшін жағдайлық зерттеу» зерттеулерінде 1995-2019 жылдар кезеңіндегі Қазақстандағы логистика көрсеткіштері мен экономикалық өсім арасындағы байланыс қарастырылады. Жалпы өндіріс, сұраныс және векторлық қателерді түзету модельдерін қолдана отырып, көлік пен экономикалық өсудің даму көрсеткіштері арасындағы факторлар мен себеп-салдарлық байланыс зерттеледі. Талдау әртүрлі көлік түрлерінің көрсеткіштері мен экономикалық өсу арасындағы қарым-қатынастың ерекшелігін және олардың өзара әсерін, бағыттар тұрғысынан да, қатынастардың сипаты қарастырылған. Сәйкес теміржол көлігі инфрақұрылымы мен экономикалық өсу арасындағы екі бағытты себеп-салдарлық байланыс анықталды, Грейнджер сынағы. Шағын экономикада автомобиль және теңіз көлігі ұзақ мерзімді перспективада экономикалық өсудің жоғары қарқынына әкелетіні анықталды, керісінше, экономикалық өсу құбыр көлігінің дамуын ынталандырады және бұл өз кезегінде біржақты бағытта көліктің барлық басқа түрлерінің дамуын ынталандырады. Қазақстандағы экономикалық өсу көліктік-логистикалық қызметтерге және олардың инфрақұрылымына сұраныстың ірі экономикасы бар елдерге қарағанда аз дәрежеде ұлғаюына әкелетіні анықталды. Экономиканың тиімділігін арттыру үшін зерттелетін параметрлер арасындағы ұзақ мерзімді байланысқа байланысты көлік саясатына сараланған көзқарас ұсынылады. Біздің зерттеуіміз Қазақстанға автомобиль және теміржол көлігі үшін жағдай экономикалық өсуді ынталандыру үшін жақсартылуы тиіс екенін көрсетеді. Зерттеу нәтижелері ұзақ мерзімді көлік саясатын әзірлеу үшін нұсқаулық ретінде пайдаланылуы мүмкін [2].

Авторлар Козаченко Д., Бобровский В., Гера Б., Сковрон И., Горбова А. «Теміржол станцияларында көп топтық пойыздарды құрастыруды оңтайландыру әдісі» қарастырылды. Бұл жұмыста депоның жұмысын имитациялайтын детерминирленген басқаруы бар дискретті жүйе үшін көп топтық пойыздарды құрастырудың оңтайлы тәртібін таңдау мәселесінің математикалық тұжырымы алынды. Зерттелетін жүйенің көптеген мүмкін күйлері және олардың арасындағы ауысулар бағдарланған график түрінде ұсынылған, бұл пойызды қалыптастыру тәртібін таңдау міндетін графиктегі ең қысқа жолдарды іздеу міндетіне дейін төмендетуге мүмкіндік берді [3].

Авторлар Ли Ч., Вэн Ч., Ху Ж., Сюй Ч., Хуан П., Цзян С. «Голландия теміржол желісіндегі пойыздардың қысқа мерзімді кешігуінің болжамы» зерттелді. Қазіргі уақытта Нидерландыда қолданылатын пойыздардың кешігуін болжаудың орынсыз әдістеріне байланысты кешігуді болжаудың дәлірек әдісі қажет. Бұл жұмыста Ras Problem Solving Competition 2018: пойыздың кешігуін болжау конкурсының бөлігі ретінде берілген мәліметтер негізінде 20 минуттан кейін кешігуді болжау үшін деректерге негізделген модель жасалды. Ағымдағы кідірісті пайдалану шарттарымен біріктіре отырып, кідірістің таралу механизмдері мен пойыздың қозғалыс деректерінің құрылымын талдағаннан кейін кідірістің таралуына әсер етуі мүмкін әсер етуші факторлар алынады. Бұл факторлар болжау моделі жасалатын

кездейсоқ орман регрессиясының моделінің кіріс сипаттамалары ретінде қарастырылады.

Кездейсоқ «Орман» моделі оқыту моделі тұрғысынан жоғары болжау дәлдігін және жылдам кері шақыруды көрсететіні анықталды, ал анықтамалық алгоритмдер ретінде ANN, XGBOOST, GBDT және статистикалық алгоритмдер қолданылады. Соңында, зерттеуді аяқтау үшін кідіріске әсер ететін әртүрлі факторлардың маңыздылығы зерттеледі, есептеледі және талқыланады [4].

Автор Шахин И. «Пойыздардың кешігуін талдау және болжау үшін деректерге негізделген стохастикалық модель» зерттелді, Марковтың біртекті тізбегі кідірістерді талдау және жақын арада пойыздардың қозғалысын болжау үшін бір жолды теміржолдың мерзімді емес кестесінде ұсынылған. Болжау моделі екі негізгі процесті қамтиды, атап айтқанда, сәйкесінше стохастикалық қалпына келтіру және нашарлау матрицаларымен ұсынылған жанжалдарды бөлшектеп орындау және шешу. Матрицалар деректерге негізделген тәсілді қолдана отырып жасалады. Болжау көкжиегінің басында пойыздың бастапқы кідірісін ескере отырып, оның көкжиек шегіндегі кідірісін жеке процестер үшін бөлек немесе процестер жиынтығында орындалатын векторлық және матрицалық операциялар арқылы бағалауға болады. Салыстыру үшін негізгі сызықтық модель де жасалды [5].

Өткізілген сандық сынақтар Марков моделімен жасалған пойыздардың кешігуі туралы дәйекті және тұрақты болжамдар береді. Бұл негізінен Марков моделі көкжиектен тыс белгісіздіктерді ұстап, пойыз қозғалысының өзгеруіне жауап бере алатындығына байланысты [5].

Авторлар Арахова В., Хошимов А. «Жүк тасымалы қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін бағалаудың кешенді әдістемесі» зерттелді. Көлік жүйесін дамытудың стратегиялық мақсаты экономика мен қоғамның жоғары сапалы бәсекеге қабілетті көлік қызметтеріне әлеуметтік бағдарланған даму қажеттіліктерін қанағаттандыру болып табылады. Авторлар әзірлеген жүк тасымалы қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін анықтау әдісі жүк тасымалы қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін бағалау көрсеткіштерінің жүйесіне негізделген және теміржол, авиация және жол желілері үшін әрбір оператор қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін жиынтықта көрсететін заттай және құндық көрсеткіштерді қамтиды [6].

Мәселелердің екінші тобына ғылыми зерттеулерді атап өтуге болады Смочинский П., Гилл А., Ладинский А., Лавр М.: «CSM талаптарына сәйкес келетін және ЕО теміржол жүйесіне енгізу тәуекелдерін бағалауда «Көбелек» жүйесінің жетілдірілген әдісін қолдану». Осы мақалада келтірілген CSM RA-ға қатысты элементтермен толықтырылған бантикке негізделген әдіс қауіпті анықтау үшін жақсы және салыстырмалы түрде оңай құрал болып көрінеді. Оны CSM-де сипатталған үрдістерді енгізуге байланысты жобаларда бірнеше рет қолданды. Тәжірибешілер үшін сипатталған әдіспен дайындалған қауіпсіздік құжаттарын тиісті бағалау органы оң бағалады және өзгерістер іс жүзінде енгізілді [7].

Авторлары Фольга П., Ирлик М. «Пойыздың теміржол желісіндегі орналасуы туралы хабарламаның әсері» зерттелді. Мақала авторлары жол сигналдарының орналасуын анықтайтын стандартталған тежеу қашықтығына негізделген дәстүрлі тәсілмен

салыстырғанда 2-деңгейдегі ETCS қолдану тежеу жолына әсерін талқылады, сонымен қатар виртуалды блоктарға негізделген блоктарды қосымша бөлу әдісін ұсынды. Виртуалды блоктар желідегі пойыздарды анықтау құрылғыларының санын көбейтуді қажет етпестен пойыздардың орналасқан жері туралы есептер негізінде жұмыссыз күйге ауыстырылуы мүмкін. Сондай-ақ, виртуалды блоктарға қосымша бөлуді қолдана отырып, ETCS борттық жабдықтарымен жабдықталған пойыздың жүру жылдамдығын есептеу мақсатында дәстүрлі формулаларды ең аз жүру уақытын есепке алу үшін кеңейту керек деген болжам жасалды. Ұсынылған шешімнің теміржол желісінің өткізу қабілеттілігінің параметрлеріне әсерін бағалау шеңберінде блоктардың минималды ұзындығы бар теориялық мысал үшін теориялық минималды өту уақыты есептелді. Осылайша алынған есептеу нәтижелері дәстүрлі блоктарға бөлінген ETCS жүйесін қолданумен салыстырғанда виртуалды блоктарды пайдалану кезінде және жол бойындағы дабыл жабдығы арқылы пойыз операциялары кезінде өткізу қабілеттілігінің артқанын растады (бұл жағдайда бағалау тек 160 км/сағ дейінгі жылдамдықтар үшін жүргізілді). Сонымен қатар, жұмыссыздықты анықтаудың әдеттегі әдістеріне негізделген қолданыстағы блокты бөлуді сақтай отырып, авторлық шешім ағымдағы трафик операцияларын, яғни жабдықталған және жабдықталмаған etcs пойыздарын басқаруға мүмкіндік береді [8].

Зерттеулер Ижволт Л., Добеш П. «Теміржол дәлізінің таңдалған оңтайландырылған телімдегі геотехникалық сынақтарды (статикалық жүктеме сынақтары) бағалау» әр елдің көлік қызметін қажетті деңгейде жақсартуға бағытталған, онда тиісті инфрақұрылымды, соның ішінде теміржолдарды және қанағаттанарлық сападағы қажетті құрылыстарды құру қажет болды. Словакия теміржолдары құрылғаннан кейін теміржол инфрақұрылымының жағдайы қанағаттанарлықсыз деп танылды. Бұл жағдай шұғыл түрде трансевропалық дәліздерге кіретін жол учаскелерін оңтайландыруды талап етті. Теміржол желісін оңтайландырудың негізгі мақсаты-жоғары сапалы, қауіпсіз және ақаусыз теміржол салу, ол өзінің жоғары сапасына байланысты Еуропаның алдыңғы қатарлы елдерінің стандарттарына сәйкес келеді және сонымен бірге функционалды үйлесімділікті қамтамасыз етеді. Осыған байланысты, басқалармен қатар, оңтайландырылған желілерде белгіленген сапа параметрлерінің орындалуын тексеру, сондай-ақ подпалластық қабаттардың жеке құрылымдық бөліктерінің өткізу қабілетін бағалау қажет болды. Осы мақсатқа жету үшін осы мақалада оңтайландырылған Мәделіз қарастырылады. Поважска жылу-Жилина учаскесіндегі, онда подпалластық қабаттардың сапасына диагностика жүргізілді. Бұл құжатта үйінділер мен олардың іргетастарының құрылыс қабаттарының көтергіштігінің белгілі бір мәндерін, сондай-ақ балласты қабаттар объектілері мен желінің оңтайландырылған бөлігінде орналасқан үйінділер арасындағы өтпелі аймақтарды бағалауға ерекше назар аударылады [9].

Авторлар Ге С, Чжэцзян Ч, Цин Е, Хуан П. «Байес желілері арқылы пойыздар арасындағы пойыздардың кешігуі мен басқару әсерінің каскадтық әсерін модельдеу» зерттелді. Нәтижелер ұсынылған әдіс

пойыздың жұмыс деректері үшін жақсы жұмыс істейтінін және әртүрлі бағалау көрсеткіштері бойынша пойыздың басқа дәстүрлі жұмыс үлгілерінен асып түсетінін көрсетеді. Сонымен қатар, пойызға басқарушы әсерлердің каскадтық әсерінің күші зерттеледі. Бұл телімдердегі пойыздарды басқару әрекеттері станцияларға қарағанда күштірек екенін және олардың екеуі де пойыздардың кешігуімен және учаскелер мен станциялардағы қалпына келтіру уақытымен айтарлықтай байланысты екенін көрсетеді. Соңында, ұсынылған модельдердің зерттелген парадигмасына және модельдің кеңеюін көрсететін екі және үш пойыздар арасындағы каскадтық әсерлерге негізделген бірнеше пойыздар арасындағы басқару әсерлерінің макроскопиялық моделі (үштен көп) алынды. Ұсынылған модельдер болашақ пойыздардың кідірістерін, күтілетін басқару әсерлерін және басқару әсерлерінің каскадтық әсерлерін бағалау үшін қозғалыс менеджерлерін қолдауға арналған және олар диспетчерлерге жоғары жылдамдықты теміржол қозғалысын басқару шешімдерін қабылдауға көмектесу үшін қажет [10].

Авторлар Борун М, Рамезани С., Вашегани Фарахани Н, Хассаннаеби Э, Аболмаали С, Шакибайифар М. «Пойыздардың жүру кестесін және екі жолды теміржол жүйелерінде аялдамаларды жоспарлауды бірлесіп оңтайландырудың тиімді эвристикалық әдісі» зерттелді. Бұл зерттеудің мақсаты станциялардың өткізу қабілеттілігін және тоқтап қалу уақытына байланысты уақыт шектеулерін ескере отырып, оңтайландырылған пойыз кестесін эзірлеу болып табылады. Мақсатты функция-кестенің орындалу аралығын азайту арқылы теміржол инфрақұрылымының өткізу қабілетін арттыру. Тапсырма динамикалық уақыт терезесінің шектеулері бар құлыпты ауыстырумен икемді ағындық цехты жоспарлау моделінің ерекше жағдайы ретінде тұжырымдалған. Мәселенің комбинаторлық сипатына байланысты эвристикалық алгоритм және шекараны қатайту әдістері ұсынылады, олар есептің үлкен даналары үшін есептеу тұрғысынан тиімді шешімдер шығарады. Эвристикалық әдістің тиімділігін тексеру үшін Иран теміржолының деректер жиынтығына негізделген есептеу эксперименттері жүргізіледі [11].

Мәселелердің үшінші тобына ғылыми зерттеулерді атап өтуге болады Шиванандхам С., Гаджананд М.С. «Тұрақты жүк тасымалы үшін платформа құру: жақын болашақта бейімделетін тәжірибе». Платондау-бұл дамып келе жатқан көлік саласының мәселелерін шеше алатын дамып келе жатқан көлік тәжірибесі. «Взвод»-бұл взвод жылдамдауы, тежеуі және бірге жүруі үшін бірінен соң бірі қозғалатын көліктер арасындағы байланысы бар көлік құралдары тобы. Взводтар жол қауіпсіздігін жақсартыды, энергияны үнемдейді және шығындарды азайтады. Оның кешенді әлеуметтік-экономикалық артықшылықтарына кептелісті азайту, тегіс көлік ағыны, жолақты пайдалану мен өткізу қабілеттілігін жақсарту, экологиялық таза логистиканы ынталандыру және жүргізушілердің қауіпсіздігі жатады. Автомобиль көлігіне платондаудың ұзақ мерзімді әсері, оны кеңінен енгізу кезінде көлік ағынын жақсырақ ұйымдастыру және көлік құралдарын жолда тиімді қадағалау болады, бұл салаға көп деңгейлі оң әсер етеді [18].

Мәселелердің төртінші тобына ғылыми зерттеулерді атап өтуге болады Войнар Г., Ирлик М. «Теміржолдардың өткізу қабілетін бағалауға арналған көп өлшемді модель және пойыз қозғалысының тренажері». Авторлар қарастырылып отырған модель үшін қабылданған болжамдарды, сондай-ақ, мысалы, бағалау үшін қолданылатын Matlab және Simulink ортасында жасалған модельдеу бағдарламалық жасақтамасын сипаттады:

- Теміржол желісі телімін пойыздармен кесіп өту уақыты;

Пойыздардың жылдамдығы профилінің теміржол сигналының алдында пойызды тежеу қажеттілігіне әсері;

- Теміржол желісі сегментінің өткізу қабілетіне қолданылатын теміржол қозғалысын басқару шешімінің әсері.

Осы мақалада келтірілген модельдеу нәтижелері сонымен қатар әзірленген модель станциядан шығатын теміржол сигналының S2 жасыл индикациясына қатысты пойызды станциядан жіберу үшін уақыттың кідіріс мәнін таңдауға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Осылайша:

- Жоғарыда аталған уақыт кідірісі қолданылғанына қарамастан, алдыңғы және келесі пойыздардың жалпы жүру уақытын көбейтудің қажеті жоқ;

- Келесі пойыздың жүру уақытын қысқартуға болады. Талданған жағдайда жол жүру уақытының қысқаруы шамамен 5% құрады. Іс жүзінде бұл мән маңызды емес болып көрінгенімен, мынаны атап өткен жөн:

бұл мәндер сызық сегменті бойынша қозғалатын екінші пойызға қолданылады, оның тежелуі өз кезегінде кейінгі пойыздардың қозғалысының кешігуіне әсер етеді, сызық сегментіндегі кем дегенде алдын алуға болатын тежеуді шектеу немесе жою тежеу мен жеделдетуге байланысты энергия шығынын азайтады. Сонымен қатар, тежеудің төмендеуі тежегіш төсемдерінің тозуының төмендеуімен байланысты, бұл олардың тозу өнімдерінің атмосфераға шығарылуын азайтуға мүмкіндік береді [12].

Авторлары Шпитко Я., Сальгадо Дуарте Й. «Күрделі техникалық көлік жүйелерін модельдеу әдісі» зерттелді. Мақалада параллельді есептеу және дисперсияны азайту әдістерінің жиынтығы келтірілген және олар шешімдерді қабылдау процестерін практикалық зерттеуде компьютерлік модельдеу уақытын қысқартуға қалай көмектесетінін және сыни жағдайларда оңтайлы жұмыс істейтін көпір крандарын басқаруды көрсетеді. Құжатта барлық сценарийлерде дәйекті нәтижелерді көрсететін тәуекелдерді бағалау тәсілін модельдеу уақытын қысқарту үшін екі ықтимал жақсарту сипатталған. Жоғарыда келтірілген нәтижелер модельдеуге негізделген тәсілдің арқасында ұсынылған сценарийлерде уақыттың қысқаруын растайды. Ұсынылған жақсартулар Имитациялық тәсілді қолдануды жалғастыруға жол ашады, бірақ сенімді түрде. Бұл есептеулер (параллельді есептеулер), адамдар әзірлеген толық және күрделі шешім қабылдау диаграммаларында шешімдерді іздейтін күрделі модельдеуге негізделген NP есептері арқылы киберфизикалық жүйелер осы мақалада көрсетілгендей жылдам және практикалық шешімдерді таба алады, Шешім іздеудегі уақыт шектеулерін жояды [13].

Авторлар Бабабейк М, Фарджадамин М, Хадеми Н, Фани А. «Стохастикалық құлыптау уақытына сәйкес

пойыздардың бір мезгілде кестесі және жолдарға техникалық қызмет көрсету» зерттелді. Бұл мақалада стохастикалық математикалық бағдарламалауды қолдана отырып, пойыздардың жүру уақытын да, техникалық қызмет көрсету ұзақтығын да азайту үшін пойыздар қозғалысы мен бір жолды операцияларды бір уақытта жоспарлауды зерттеді. Техникалық қызмет көрсетудегі күтпеген кідірістердің әсерін азайту үшін модельде жолды құлыптау ұзақтығының белгісіздігі ескеріледі. Ұсынылған модель сонымен қатар жолдарға техникалық қызмет көрсетуге қатысты алдыңғы зерттеулерде аз қарастырылған практикалық аспектілерді ескереді. Біз нақты өлшемдер үшін шешімді жеңілдету үшін стохастикалық есепті оның детерминистік баламасы ретінде қайта құрдық [14].

Нақты жол үшін алынған есептеу нәтижесі модель пойыздар мен операциялардың бір мезгілде кестесін тиімді анықтай алатынын және әр түрлі сенімділік деңгейлерінде оңтайлы құлыптау ұзақтығын ұсына алатынын көрсетеді. Кестені салыстырудың қарқынды жүктелген желі үшін құлыптау ұзақтығына әсері де бағаланды [14].

Мәселелердің бесінші тобына ғылыми зерттеулерді атап өтуге болады Неделякова Е., Валла М., Храницкий М. П., Маньковский ц., Лижбетина Л. «Жұмыстың күрделілігін ескеретін теміржол ауысымын бөлу әдістері». Мысал ретінде Чехияның ұлттық тасымалдаушысы *české dráhy*-де өткізгіштердің нақты ауысуы таңдалды. Қызметкерлердің қалауын ескеретін және бос күндер блоктарын жоспарлауды сипаттауға мүмкіндік беретін бағдарламалық жүйе ұсынылған. Әзірлеу тұрғысынан бұл бағдарламалық жасақтаманың мақсаты субъективті талаптарды ескергеннен кейін максималды қанағаттануға қол жеткізу болып табылады, осылайша адам ресурстарын басқару тұрғысынан теміржол қызметкерлерінің қанағаттанушылығының жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді, бұл қызмет сапасының жақсаруына және теміржол көлігінің жақсаруына әкеледі [15].

Авторлар Ся Я., Ван Х., Чжоу И., Ло И., Вэй Я. «Жолаушылар тасымалына ұқсас теміржол контейнерлік тасымалын ұйымдастыру Стратегиясына негізделген пойыздар бойынша контейнерлерді күнделікті бөлу моделі» зерттеді. Біздің білуімізше, бұл жолаушылар тасымалына ұқсас теміржол контейнерлік тасымалын ұйымдастыру Стратегиясынан туындайтын пойыздар бойынша контейнерлерді күнделікті бөлу мәселесін шешу үшін оңтайландыру моделін әзірлеуге бағытталған алғашқы зерттеу. Потенциалды сұраныстың үш сценарийін ескере отырып (яғни қалыпты, шамадан тыс жүктелген және жеткіліксіз сценарий), сызықтық бүтін бағдарламалаудың бүтін моделі тұжырымдалады, оның мақсаты барлық контейнерлерді тасымалдаудың жалпы уақытын, қалған контейнерлер санын және жұмыс істеп тұрған пойыздардың санын азайту болып табылады. Біздің тәсіліміздің қолданылуын көрсету үшін Ляньюньган-Алатау асуы теміржол желісі мен теміржол дәлізінің мысалында сандық эксперименттер жүргізілді. Есеп айырысу нәтижелері әр түрлі сұраныс сценарийлеріне сәйкес келетін пойыздарды тоқтату жоспарымен және пойыздардың жүру кестесімен келісілген контейнерлерді бөлу жоспарларын алуға болатындығын көрсетеді. Соңында, контейнерлерді

таратудың құрастырылған жоспарлары станциялардың жұмысына басшылық жасау үшін теміржол желісі бойындағы станцияға берілуі керек екенін атап өткен жөн.

Болашақ зерттеулер келесі аспектілерге назар аударуы мүмкін. Жолаушылар тасымалын ұйымдастыру стратегиясының техникалық орындылығына байланысты қосымша зерттеулер жүргізу керек, мысалы, станциялардың орналасуын өзгертудің егжей-тегжейлі жоспары. Іс жүзінде қабылданған контейнерлер арасында айырмашылықтар мен қатынастар бар. Бір жағынан, кейбір контейнерлер бір клиентке тиесілі болуы мүмкін, сондықтан оларды бір пойызға тағайындаған жөн. Екінші жағынан, кейбір контейнерлер қалған болуы мүмкін, сондықтан олар тағайындалған кезде басымдыққа ие болуы керек. Сондықтан осы ойларды ескере отырып, оңтайландыру моделін жасау қажет. Ұсынылған ұйымдастырушылық стратегияны қолдану үшін неғұрлым сенімді теориялық және техникалық қолдауды қамтамасыз ету үшін желілік жоспарлау және пойыз кестесі сияқты тактикалық және стратегиялық деңгейдегі жоспарлау мәселелерін зерттеу керек [16].

Авторлар Вэн К, Се Ц, Чен Э, Вонг С. С., Чжан Ш, Ло С. М. «Кестеге негізделген теміржол желісіндегі маршрутты таңдау үшін аралас өлшемді weibit масштабталған моделінің эмпирикалық талдауы» зерттелді. Жақында кестеге негізделген теміржол желісіндегі маршрутты таңдау кезінде жолаушылардың мінез-құлқын болжау үшін аралас маршрут өлшемі (MYSW) weibit моделі жасалды. Ол жолаушылардың біркелкі емес қабылдауын ескереді және кездейсоқ утилиты модельдерінің дербес және бірдей бөлінген болжамдарын әлсіретеді. Алайда, бұл модель нақты деректерді қолдана отырып тексерілмеген. Сонымен қатар, жолаушылар қабаттасуды теріс қабылдайды деп болжануда, бірақ бұл болжам барлық жағдайларға сәйкес келмеуі мүмкін. Осылайша, бұл зерттеу осы мәселені шешу үшін масштаб параметрін қамтитын MYSW масштабталған үлгісін ұсынады [17].

4. Қорытынды

Ғылыми-зерттеу жұмыстарда теміржол телімдерінің өткізу қабілетін ұтымды ұйымдастыру және оңтайландыру бойынша 18 әдіс пен іс-шаралар келтірілген. Шет елдердің темір жолдарының вагон ағындарын ұйымдастырудың келтірілген жүйелері бөлімше мен станция жұмысының технологиялық және экономикалық көрсеткіштері бойынша Қазақстан Республикасынан айтарлықтай ерекшеленеді. Әрбір іс-шараның іске асырылуына мемлекеттер аумақтарының мөлшеріндегі айырмашылықтар, көлік желісінің дамуы және, әрине, экономикалық жағдай әсер етеді.

Теміржол телімдерінде вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесін оңтайландыру бойынша ұсынылған модельдер мен іс-шаралар негізінде проблемаларды шешудің негізгі міндеттері мен бағыттарын және теміржол телімдерінің өткізу қабілетін ұтымды ұйымдастыру және оңтайландыру жөніндегі іс-шараларды ұсынуға болады:

1. Теміржолдардың өткізу қабілетін бағалау үшін пойыздардың көп өлшемді моделі мен қозғалыс тренажерін әзірлеу. Пойыздардың жүру уақытына

әртүрлі факторлардың әсерін талдау және басқа дабыл жүйелерімен басқарылатын пойыздардың қозғалысын қарастыру үшін модель және бағдарламалық жасақтама бойынша жұмыс болжанады.

Бұл Алматы бөлімшесі – ЖТ-да мынадай міндеттерді шешуді талап етеді: желілердің өткізу қабілетін арттыру мақсатында пойыздардың уақыт кідірісінің мәндерін талдау үшін көп өлшемді модельді пайдалану; пойыздардың қозғалыс жылдамдығына жол геометриясының әсер ету дәрежесін анықтау.

2. Теміржол желісіндегі пойыздың орналасқан жері туралы хабарламаның әсері. Ұсынылған виртуалды блок негізіндегі шешімді зерттеу әртүрлі пойыз түрлері үшін және кем дегенде станция мен маршрутты қамтитын теміржол желісінің бөлігі үшін нәтижелерді алуға болатын модельдеу ортасын құруды қамтуы керек.

Бұл Алматы бөлімшесі-ЖТ-да мынадай міндеттерді шешуді талап етеді: ETCS борттық жабдықтарымен жарақтандырылған пойыздың қозғалыс жылдамдығын және жол жүрудің ең аз уақытын айқындау мақсатында виртуалды блоктар негізінде блоктарды қосымша бөлу әдісін қолдану; әртүрлі көлік түрлерінің көрсеткіштері, экономикалық өсу және олардың өзара әсері арасындағы өзара байланыстың ерекшелігін талдау; жедел қызметкерлердің шешімдерді іздеудегі уақыт шектеулерін қысқарту күрделі техникалық көлік жүйелерін модельдеу әдісін қолдану арқылы теміржол көлігі.

3. Теміржол станцияларында көп топтық пойыздарды құрастыруды оңтайландыру әдісі. Пойыздарды құрастырудың оңтайлы тәртібін іздеу алгоритмі ұсынылды.

Бұл Алматы бөлімшесі – ЖТ-да мынадай міндеттерді шешуді талап етеді: пойыздарды құрастыруды оңтайландыру мақсатында жүк пойыздарын құрастырудың оңтайлы тәртібін таңдау; жүк тасымалы қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін бағалау көрсеткіштері жүйесіне негізделген жүк тасымалы қызметтерінің бәсекеге қабілеттілігін анықтау әдісін пайдалану; теміржол жүйесіндегі қауіпті анықтау үшін өзгеру тәуекелдерін бағалау әдісін қолдану; пойыздар бойынша тасымалдау бөлімшесінің контейнерлерін тәуеліктік бөлу проблемасын анықтау жолаушылар тасымалына ұқсас теміржол контейнерлік тасымалдарын ұйымдастыру Стратегиясына негізделген.

4. Пойыздардың қозғалыс кестесін бірлесіп оңтайландырудың және екі жолды теміржол жүйелерінде аялдамаларды жоспарлаудың тиімді эвристикалық әдісі. Бұл зерттеу екі жолды теміржол желісінде пойыз аялдамаларын жоспарлау және жоспарлау мәселесін шешу үшін математикалық бағдарламалаудың жаңа әдісін ұсынады.

Бұл Алматы бөлімшелері – ЖТ-да мынадай міндеттерді шешуді талап етеді: пойыздардың қозғалыс кестесін бірлесіп оңтайландырудың және екі жолды теміржол жүйелерінде аялдамаларды жоспарлаудың тиімді эвристикалық әдісін қолдану арқылы теміржол желілерінің өткізу қабілетін барынша арттыру; пойыздардың кешігуін дәйекті және тұрақты болжауға мүмкіндік беретін Марков моделін қолдану; диспетчерлерге шешім қабылдауда көмек көрсету үшін қажетті поездардың кешігуінің каскадтық әсері әдісін қолдану пойыздар қозғалысын басқару бойынша;

стохастикалық құлыптау уақытына сәйкес пойыздардың жүру уақытын азайту үшін теміржол желілеріндегі пойыздардың қозғалысын жоспарлау.

Вагон ағындарын ұйымдастыруды жетілдіру бойынша ұсынылған әдістер мен іс-шаралар теміржол көлігінде тасымалдауды ұйымдастырудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

References / Әдебиеттер

- [1] Bureika, G., Vaiciunas, G., Shi, D. & Zanuy, A.S. (2022). Influence of track geometry condition monitoring on railway infrastructure maintenance processing. *Transport problems*, 17(4), 211-220
- [2] Raimbekov, Z., Syzdykbayeva, B. (2021). Assessing the impact of transport and logistics on economic growth in emerging economies: a case study for the conditions of the Republic of Kazakhstan. *Transport problems*, 16(2), 199-211
- [3] Kozachenko, D., Bobrovsky, V., Gera, B., Skovron, I. & Gorbova, A. (2020). An optimization method of the multi-group train formation at flat yards. *International journal of rail transportation*, 9(1), 61-78
- [4] Li, C., Wen, C., Hu, Z., Xu, C., Huang, P. & Jiang, S. (2020). Near-term train delay prediction in the Dutch railways network. *International Journal of Rail Transportation*, 9(6), 520-539
- [5] Shahin, I. (2022). Data-driven stochastic model for train delay analysis and prediction. *International Journal of Rail Transportation*, 11(2), 207-226
- [6] Arakhova, V., Khoshimov, A. (2021). Comprehensive assessment methodology of the competitiveness of freight transport services. *Transport problems*, 16(1), 187-198
- [7] Smochinsky, P., Gill, A., Ladinsky, A. & Lavr, M. (2022). Application of an improved bowtie method in a csm-compliant risk assessment of a change introduced in the eu railway system. *Transport problems*, 17(2), 127-136
- [8] Folga, P., Irlík, M. (2021). Effect of train position reporting on railway line capacity. *Transport problems*, 16(2), 59-72
- [9] Izhwalt, L., Dobesh, P. (2021). Evaluation of geotechnical tests (static load tests) on a selected optimised section of railway corridor no. *Transport problems*, 16(2), 213-223
- [10] Ge, S., Zhejiang, C., Qin, E. & Huang, P. (2023). Modelling the cascading effects of train delay patterns and inter-train control actions with Bayesian networks. *International journal of rail transportation*
- [11] Borun, M., Ramezani, S., Vashegani Farahani, N., Hassannaebi, E., Abolmaali, S. & Shakibayifar, M. (2020). An efficient heuristic method for joint optimization of train scheduling and stop planning on double-track railway systems INFOR. *Information Systems and Operational Research*, 58(4), 652-679
- [12] Wojnar, G., Irlík, M. (2022). Multicriteria train running model and simulator for railway capacity assessment. *Transport problems*, 17(2), 199-212
- [13] Shpitko, Y., Salgado Duarte, J. (2021). Robust simulation method of complex technical transport systems. *Transport problems*, 16(2), 101-112
- [14] Bababeyk, M., Farjadamin, M., Khademi, N. & Fani, A. (2021). Simultaneous schedule of trains and track maintenance according to stochastic blockage time. *International Journal of Rail Transportation*, 10(5), 562-580
- [15] Nedelyakova, E., Valla, M., Khranitsky, M.P., Mankovsky, Ts. & Lizabethinova, L. (2022). Outline of a method for allocating railway shift workers accounting for the difficulty of work. *Transport problems*, 17(3), 211-224
- [16] Xia, Y., Wang, H., Zhou, Y., Luo, Y. & Wei, Y. (2023). A daily container-to-train assignment model based on the passenger transportation-like organisation strategy for railway container transportation. *Transport Reviews*, 19(2), 2019852
- [17] Wen, Q., Xie, Q., Chen, E., Wong, S.C., Zhang, Sh. & Lo, S.M. (2022). Empirical analysis of scaled mixed itinerary-size weibit model for itinerary choice in a schedule-based railway network Transportmetrica A. *Transport Science*, 18(3), 934-962
- [18] Shivanandham, S., Gajanand, M.S. (2020). Platooning for sustainable freight transportation: an adaptable practice in the near future? *Transport Reviews*, 40(5), 581-606

«Алматы бөлімшесі – жүк тасымалы» вагон ағындарын ұйымдастыруды жетілдіру тұжырымдамасы

М.М. Нуржаубаев^{1*}, А.С. Избаирова¹, С. Болатқызы¹, В.Ф. Лукиных²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті, Красноярск, Ресей

*Корреспонденция үшін автор: make1370@mail.ru

Аңдатпа. Осы ғылыми-зерттеу жұмыстың бөлімінде Алматы тасымалдау бөлімшесінің вагон ағындарын ұйымдастыру мен жетілдірудің теориялық және әдістемелік негіздеріне талдау жасалды. Талдау нәтижелері вагон ағындарын ұйымдастыруды жетілдірудің негізгі бағыттарын анықтайды және осы бағыттарды жүзеге асыру міндеттерін тұжырымдайды. «ҚТЖ – Жүк тасымалы» АҚ – да тасымалдауды тиімді ұйымдастыру «Алматы бөлімшесі-БП» пойыздарға вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесімен және пойыздар қозғалысының кестесімен іске асырылады. Қазақстан Республикасының темір жолдары инфрақұрылымының телімдері бойынша пойыздарды қабылдауға, жөнелтуге және өткізуге ең төмен шығындарды қамтамасыз етуге пойыздарды құрастырудың оңтайлы жоспарын әзірлеу есебінен қол жеткізуге болады. Вагон ағындарын басқару саласында инновациялық технологияларды пайдалану вагон ағындары қозғалысының технологиялық үрдістерінің, пойыз ағындарының автоматтандырылған және модельдеу жүйелерінің өзара іс-қимылын көздейді. Пойыздарды құрастырудың оңтайлы жоспарын әзірлеу кезінде ұйымның келесі кезеңдері қарастырылған: жүктерді тасымалдау жоспарын әзірлеу; полигонды (есептік бағытты) таңдау; вагон ағындарын өткізуді модельдеу; есептік бағыт бойынша вагон ағындарының хат-хабарлар кестесін әзірлеу; жүк пойыздарының әртүрлі санаттары үшін пойыздарды құрастыру жоспарын есептеу әдістемесі; пойыздарды құрастыру жоспарын талдау және түзету. «Қазақстан-2050» Даму Стратегиясында темір жол тасымалының тиімділігі мен сапасын арттыру міндеті маңызды басымдықтардың бірі болып айқындалған. Темір жол көлігінің тұтынушыны тасымалдауда неғұрлым толық және уақтылы қанағаттандыру

жөніндегі негізгі міндетін орындау жұмыс тиімділігі мен сапасын, темір жолдарды арттырмай мүмкін емес. Негізделген ұсыныстардың болуы және пайдаланылуы Алматы тасымалдау бөлімшесінің пайдалану қызметінің қарастырылған маңызды бағыттары бойынша тасымалдау үрдісін басқару технологиясын, әдістері мен жүйесін темір жолдардың жұмыс жағдайларына сәйкес келтіруге мүмкіндік береді. Бұл жалпыға ортақ пайдаланылатын теміржол көлігінің негізгі қызметінің сапасын арттыруға, техникалық-экономикалық әсер алуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: теміржол көлігі, тасымалдауды ұйымдастыру, автоматтандырылған басқару жүйелер, жасанды интеллект, өткізу қабілет, вагонағындар, пойызғындар, теміржол станциясы, маршрут.

Концепция для совершенствования организации вагонопотоков «Алматинское отделение-грузовые перевозки»

М.М. Нуржаубаев^{1*}, А.С. Избаирова¹, С. Болатқызы¹, В.Ф. Лукиных²

¹Satbayev University, Алматы, Казахстан

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*Автор для корреспонденции: make1370@mail.ru

Аннотация. В данной статье произведен анализ теоретических и методологических основ организации и совершенствования вагонопотоков Алматинского транспортного управления. Результаты анализа определяют основные направления совершенствования организации вагонопотоков и формулируют задачи по реализации этих направлений. АО «КТЖ - Грузовые перевозки» - эффективная организация перевозок осуществляется за счет системы организации вагонопотоков в поезда и графика движения поездов «Алматинское отделение-грузовые перевозки». Обеспечить наименьшие затраты на прием, отправку и доставку поездов на участках железнодорожной инфраструктуры Республики Казахстан можно за счет разработки оптимального плана формирования поездов. Использование инновационных технологий в области управления вагонопотоками предполагает взаимодействие технологических процессов движения вагонопотока, автоматизированных и систем моделирования поездопотоков. При разработке оптимального плана формирования поездов учитываются следующие этапы организации: разработка плана грузоперевозок; выбор полигона (направления расчета); моделирование перевозочных потоков; разработка таблицы соответствия автомобильных потоков по расчетному маршруту; методика расчета плана формирования поездов для различных категорий грузовых поездов; анализ и корректировка плана формирования поездов. В Стратегии развития «Казахстан-2050» задача повышения эффективности и качества железнодорожного транспорта определена как один из важных приоритетов. Невозможно выполнить главную задачу железнодорожного транспорта – более полно и своевременно удовлетворить клиента в перевозках без повышения эффективности и качества работы железных дорог. Наличие и использование обоснованных рекомендаций позволяет адаптировать технологию, методы и систему управления перевозочным процессом к условиям работы железных дорог по рассмотренным важным направлениям работы Алматинского отделения перевозок. Это позволит повысить качество основного обслуживания общественного железнодорожного транспорта, получить технико-экономический эффект.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, организация перевозок, автоматизированные системы управления, искусственный интеллект, вагоны, поезда, железнодорожная станция, маршрут.

Received: 22 October 2024

Accepted: 16 December 2024

Available online: 31 December 2024