

6-1-2020

AUTOMATION OF THE PROCESS OF ATTACHING LOCOMOTIVES TO TRAINS IN CONDITIONS OF A NON-PAIRING GRAPHICS

Marufdjan Xalikovich Rasulov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan

Makhamadaziz Makhamadaminovich Rasilmukhamedov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, uer_tashiit@mail.ru

Shinpolat Mansuralievich Suyunbayev

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, shinbolat_84@mail.ru

Masud Numonzhonovich Masharipov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, masudcha@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Transportation Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Rasulov, Marufdjan Xalikovich; Rasilmukhamedov, Makhamadaziz Makhamadaminovich; Suyunbayev, Shinpolat Mansuralievich; and Masharipov, Masud Numonzhonovich (2020) "AUTOMATION OF THE PROCESS OF ATTACHING LOCOMOTIVES TO TRAINS IN CONDITIONS OF A NON-PAIRING GRAPHICS," *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*: Vol. 16 : Iss. 2 , Article 7.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol16/iss2/7>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

УДК (UDC) 656.22.05

AUTOMATION OF THE PROCESS OF ATTACHING LOCOMOTIVES TO TRAINS IN CONDITIONS OF A NON-PAIRING GRAPHICS

Расулов М.Х.¹, Расулмухамедов М.М.¹, Суюнбаев Ш.М.¹, Машарипов М.Н.¹
 Rasulov M.X.¹, Rasulmuhamedov M.M.¹, Suyunbayev Sh.M.¹, Masharipov M.N.¹

¹ – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
 (Ташкент, Узбекистан)

¹– Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract: As you know, in the conditions of an unpaired train schedule at points of turnover and re-coupling of locomotives, it becomes necessary to determine candidates for dispatch or dispatch of locomotives in reserve. In this article, a technology has been developed to minimize the downtime of locomotives at points of turnover and re-coupling in conditions of their insufficiency or excess. In order to automate the process of identifying candidates for sending or sending locomotives, an algorithm has been created in reserve and a program for solving this problem on a computer has been developed. The developed computer program on the basis of the option with the minimum downtime of all locomotives automatically determines the candidates for sending or sending locomotives in reserve.

Key words: automation, attachment of locomotives to train sets, unpaired train schedules, departure or delivery of locomotives in reserve, C # programming language.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИКРЕПЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВОВ К СОСТАВАМ ПОЕЗДОВ В УСЛОВИЯХ НЕПАРНОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ

Аннотация: Как известно, в условиях непарного графика движения поездов на пунктах оборота и перецепки локомотивов возникает необходимость отправления или подсылки локомотивов резервом. В данной статье разработана технология минимизации простоя локомотивов на пунктах оборота и перецепки в условиях их недостаточности или избытки. С целью автоматизации процесса определения кандидатур для отправления или подсылки локомотивов резервом создан алгоритм и разработана программа решения данной задачи на ЭВМ. Разработанная программа для ЭВМ на основе варианта с минимальным простоем всех локомотивов автоматически определяет номер локомотива для отправления или подсылки резервом.

Ключевые слова: автоматизация, прикрепление локомотивов к составам поездов, непарный график движения поездов, отправление или подсылка локомотивов резервом, язык программирования C#.

ЖУФТЛАШМАГАН ҲАРАКАТ ГРАФИГИ ШАРОИТИДА ЛОКОМОТИВЛАРНИ ПОЕЗД ТАРКИБЛАРИГА БИРИКТИРИШ ЖАРАЁНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Аннотация: Маълумки, жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида локомотивлар айланиш ва алмашиш пунктларида локомотивларни захира

жўнатиш ёки олиб келиш зарурати пайдо бўлади. Мазкур мақолада айланиш ва алмашиш пунктларида локомотивлар етишмаган ёки ортиқча бўлган шароитларда локомотивлар туриш вақтини минималлаштириш технологияси ишлаб чиқилган. Заҳира жўнатиш ёки олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш жараёнини автоматлаштириш мақсадида алгоритм яратилган ва ушбу масалани ЭХМда ечиш бўйича дастур ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган ЭХМ учун дастур барча локомотивларнинг туриш вақти минимал қийматга эга бўлган варианты асосида жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги учун заҳира тартибида ҳаракатланадиган локомотив рақаминини автоматлаштирилган тарзда аниқлайди.

Калит сўзлар: автоматлаштириш, локомотивларни поезд таркибларига бириктириш, жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги, локомотивларни заҳира жўнатиш ва олиб келиш, C# дастурлаш тили.

Кириш. Жаҳон транспорт йўлакларида юк оқимини белгиланган вақт меъёрларида етказиш тизимини такомиллаштириш ва темир йўлларда ташиш жараёнининг узлуксизлигини таъминловчи технологияларни ишлаб чиқиш етакчи ўринни эгалламоқда. Ривожланган мамлакатларда, жумладан АҚШ, Бразилия Япония, Ҳиндистон, Россия каби давлатларда ўрта ҳисобда юк ташиш ҳаракатидаги поезд локомотиви бир суткалик ишининг 45-51% қисмида (11-12,2 соат) фойдали иш билан банд бўлган локомотивларни поезд таркибларига бириктириш технологиясини қўллашга катта аҳамият берилмоқда [1-3]. Шу жиҳатдан темир йўл тизимидаги поезд таркибларини локомотивлар билан ўз вақтида таъминловчи технологияларни ишлаб чиқиш, поезд локомотивларини навбатдаги техник кўриқдан ўтишини автоматлаштирилган тизим орқали назорат қилиш, локомотивлар ҳаракатини кузатувчи ва ўз хотирасида акс эттирувчи платформа тизимини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

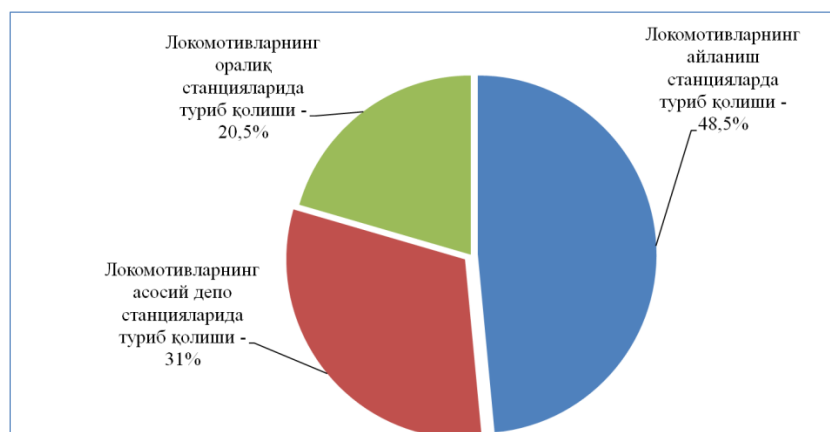
“Ўзбекистон темир йўллари” АЖда энг кўп ёқилғи-энергия ресурсларини сарфлайдиган локомотив хўжалигида локомотивлардан фойдаланиш технологияларини такомиллаштириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Шундай экан, поезд локомотивларини эксплуатация қилиш технологиясини ишлаб чиқиш, айланиш ва алмашиш пунктларида поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлаш усулини такомиллаштириш, локомотивларнинг заҳира ҳаракатини камайтирувчи автоматлаштирилган бошқарув тизимларини яратиш муҳим вазифалардан биридир.

“Ўзбекистон темир йўллари” АЖда юк ҳаракати локомотивларидан фойдаланишнинг ҳозирги кун ҳолати. Охириги йилларда локомотивлар паркинни янгилаш борасида бир қанча чора-тадбирлар амалга оширилди. Ўз навбатида харид этилаётган локомотивлар асосан катта қувватга эга бўлиши уларнинг қувватидан самарали фойдаланиш технологияларини яратиш, ташиш ҳажми ўсаётган шароитда янада ҳам долзарб муаммо эканлигини кўрсатади.

Ҳозирги кундаги мавжуд илмий ишларда ва чет эл тажрибасига таянган ҳолда темир йўл транспортининг иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш чораси сифатида локомотив ҳамда локомотив бригадалари айланиш участкаларини узайтириш таклиф қилинади [4-6].

“Ўзбекистон темир йўллари” АЖда халқаро кесишиш пунктлари сонининг кўплиги ва техник станцияларда поездлар тузилишининг кун мобайнидаги нотекислиги оқибатида поездларнинг катта ва бир хил бўлмаган интервалда жўнатилиш эҳтимолининг юзага келиши локомотив айланиш участкаларини узайтириш усулини қўллаш имкониятини чеклайди. Бу шароитда тузилаётган поезд таркибларининг локомотивларни кутиш вақтлари узайишига ёки аксинча, локомотивлар рейсга тайёр бўлган вақтда поезд таркибига керакли вагонлар сони меъёрга мос йиғилмаслиги, локомотивларнинг заҳира ҳаракатда юришларига ва иқтисодий йўқотишларга олиб келади.

Локомотивларнинг бекор туриб қолишига асосан айланиш станцияларда уларнинг эксплуатацияга ўз вақтида топширилмаслиги ҳамда локомотивлар бириктирилган станцияларда чиқиш вақтида тўхтаб туриши сабаб бўлмоқда (1-расм).



1-расм. Юк ҳаракати локомотивлари туриб қолиш вақтининг тақсимланиши

Юқоридагилардан келиб чиқиб, “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тортув ресурсларини бошқаришнинг ташкил этилганлик даражаси ва унинг сифати таъсир етувчи омиллар ўрганилди. Натижалар 2-расм кўринишида жамланди.

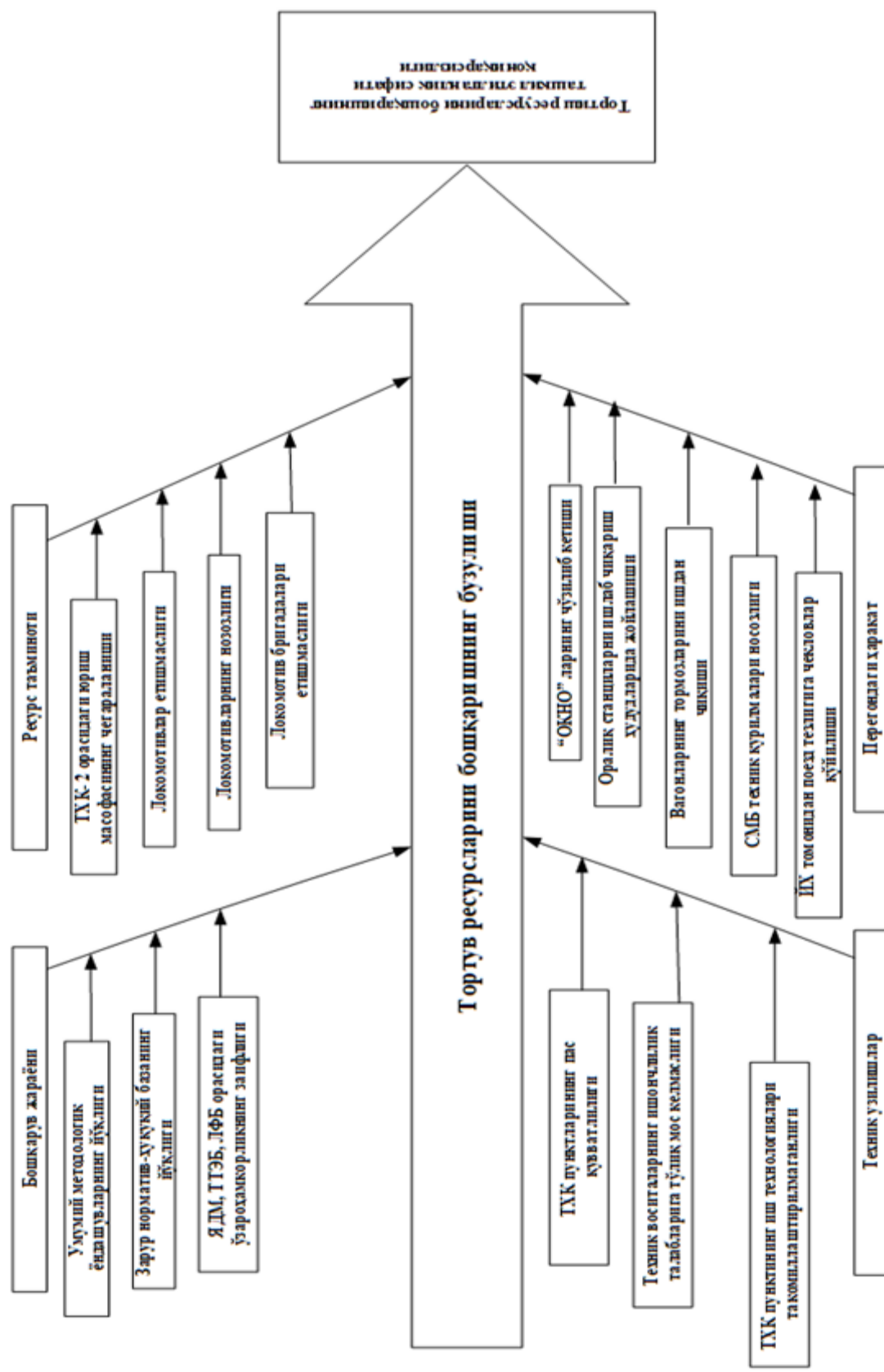
1-2-расмлар таҳлили “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тортув ресурсларини бошқариш сифатини янада яхшилаш учун замонавий бошқарув автоматика тизимларини амалиётга жорий қилиш, жумладан, поездлар ишини автоматлаштирилган ҳолда суткалик режалаштириш асосида локомотивларни поездларга бириктиришнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш заруратини кўрсатди. Бунда ҳар бир танланган автоматлаштирилган тизимда иновацион ўзгаришга мос тарзда янги технологиялар ва методларни қўллаш зарур.

Айланиш ва алмашиш пунктларида поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлаш усулини такомиллаштириш. Темир йўлнинг юк локомотивларининг фойдаланиш паркинни аниқлашни автоматлаштиришга доир ўрганилган илмий ишларда локомотивлар фойдаланиш паркига таъсир етувчи муҳим элемент – асосий ва айланма станцияларда локомотивларнинг жўнашни кутиш вақтини аниқлашда поездлар ҳаракатининг кун мобайнидаги нотекислиги ҳисобга олинмаган эмас ҳамда поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлаш жараёнида “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди” шарти қўлланилган. Ушбу илмий ишларда тавсия этилган аналитик формулалар ёрдамида локомотивларнинг асосий ва айланма станцияларда жўнашни кутиш вақтининг фақат ўртача миқдорини аниқлашга эришиш мумкин. Юк локомотивларининг фойдаланиш паркинни суткалик режалаштиришнинг автоматлаштирилган тизимларини жорий этишда асосий ва айланма станцияларда локомотивларнинг туриш вақтини аниқ белгилаш талаб этилади.

Поездлар ҳаракати миқдори катта бўлмаган темир йўл участкаларида поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлашни “биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шартидан бошлаш таклиф этилади. Ушбу усул бўйича локомотивларни поезд таркибига улаш жараёни “Биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шарти (1-шарт) “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди” шартигача (охирги шарт) бўлган бир ёки бир неча босқичларни ўз ичига олади. Бунда моделлаштириш босқичлари ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайдиган ҳолат кузатилганда тугайди. Барча моделлаштириш босқичларида 3 та ҳолат кузатилиши мумкин [7]:

- юк поездининг режа бўйича жўнаш ($t_{жўн.режа}$) ва келиш вақтлари ($t_{кел}$) фарқи ($\Delta t_{ст}$) станциясида (пунктда) локомотивнинг меъёрий туриш вақтининг технологик меъёридан ($t_{ай.п.м.}$) катта ёки тенг бўлган ҳолат;

- юк поездининг режа бўйича жўнаш ($t_{жўн.режа}$) ва келиш вақтлари ($t_{кел}$) вақтларини фарқи ($\Delta t_{ст}$) станциясида локомотивнинг меъёрий туриш вақтининг технологик меъёридан ($t_{ай.п.м.}$) кичик ва 0 дан катта ёки тенг бўлган ҳолат;



2-расм. “ЎТЙ” АЖ тортув ресурсларини бошқаришнинг ташкил этилганлик даражаси ва унинг сифатига таъсир этувчи омиллар

- юк поездининг режа бўйича жўнаш ($t_{жўн.режа}$) ва келиш вақтлари ($t_{кел}$) вақтларини фарқи ($\Delta t_{см}$) манфий қиймат берган (жўнаши режалаштирилган поезд учун локомотив ундан кейинги поезд билан келган) ҳолат.

Локомотив ва поезд таркибининг ўртача туриш вақти нафақат поездлар сони ва улар оқими номуносивлиги ва поездлар ҳаракати графигининг турига, балки мумкин бўлган 3 та ҳолатнинг қайси бири кўп учрашига ҳам боғлиқ бўлади.

Маълумки, айланиш пунктида поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлаш усули алмашиш пунктига нисбатан фарқ қилади. Шунингдек, жуфтлашган ва жуфтлашмаган график турида поезд таркибларига локомотивларни бириктириш усули ҳам турличадир. Бунда локомотив алмашиш пунктлари мавжуд бўлган шароитда унга келган ва жўнайдиган поездларни вақт бўйича ўсиш кетма-кетлигида дастлабки саралаш ишлари амалга ошириш орқали поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлаш ишлари амалга оширилади.

Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида тоқ йўналишдаги поездлар сони (N_T) билан жуфт йўналишдаги поездлар сони ($N_ж$) фарқ қилади. Локомотивларнинг айланиш пунктлари бўлган станцияларга келадиган жуфт йўналишдаги поездлар сони ушбу станциядан жўнайдиган тоқ йўналишдаги поездлар сонидан кўп бўлса, тоқ йўналишга локомотивлар заҳира юборилади ($M_{юб}$). Локомотивларнинг айланиш пунктлари бўлган станцияларга келадиган жуфт йўналишдаги поездлар сони ушбу станциядан жўнайдиган тоқ йўналишдаги поездлар сонидан кам бўлса, тоқ йўналишдан локомотивлар заҳира олиб келинади ($M_{ок}$), яъни

Агар $N_ж > N_T$ бўлса $M_{юб}$ та локомотив заҳира юборилади;

Агар $N_T > N_ж$ бўлса $M_{ок}$ та локомотив заҳира олиб келинади.

1-жадвал маълумотлари асосида аввало $N_ж > N_T$ бўлган ҳолатни ҳосил қиламиз. Яъни жуфт йўналишдан келган 18 та поездларни жойида қолдирамиз ва тоқ йўналишдаги 17 та поезд қолдириб, жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графигини ҳосил қиламиз (2-жадвал). Бунда $M_{юб}=1$ локомотив бўлади. Ўз навбатида, станцияга келган 18 та локомотивнинг қайси бирини заҳира юбориш масаласи пайдо бўлади.

1-жадвал

Локомотивнинг ва поезд таркибининг айланиш пунктига келиш ва жўнаш вақтлари

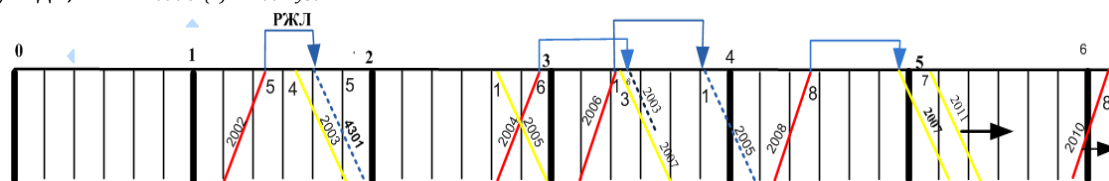
Тоқ поезд рақами	Юк поездининг айланиш пунктига келиш вақти, соат-мин. ($t_{кел}$)	Жуфт поезд рақами	Юк поездининг айланиш пунктидан режа бўйича жўнаш вақти, соат-мин. ($t_{жўн.режа}$)
1	2	3	4
2002	1:25	2001	0:57
2004	2:56	2003	1:34
2006	3:21	2005	2:41
2008	4:28	2007	3:23
2010	6:08	2009	5:00
2012	9:08	2011	5:07
2014	10:35	2013	8:11
2016	11:57	2015	8:21
2018	12:19	2017	9:28
2020	13:14	2019	9:38
2022	14:15	2021	10:44
2024	15:27	2023	12:05
2026	16:03	2025	15:48
2028	16:52	2027	18:34
2030	18:16	2029	20:08
2032	18:38	2031	21:21
2034	21:24	2033	21:58
2036	23:10	2035	22:11

2-жадвал

Локомотивни заҳира юбориш шароитида локомотив ва поезд таркибининг айланиш пунктида туриш вақтини 1-босқич бўйича моделлаштириш натижалари

Тоқ поезд рақами	Юк поездининг айланиш пунктига келиш вақти, соат-мин. ($t_{кел}$)	Жуфт поезд рақами	Юк поездининг айланиш пунктидан режа бўйича жўнаш вақти, соат-мин. ($t_{жўн.режа}$)	Шарт бўйича поездининг режа бўйича жўнаш вақтлари фарқи, соат (Δt_{cm})	Юк локомотивларининг айланиш пунктида туриш вақти, соат ($t_{ай.лок}$)	Юк поезди таркибининг айланиш пунктида жўнашни кутиш вақти, соат ($t_{ай.мар}$)	Юк поездининг айланиш пунктидан ҳақиқий жўнаган вақти, соат-мин. ($t_{жўн.ҳақ}$)
1	2	3	4	5	6	7	8
2002	1:25	4301	1:40	---	0,25	---	---
2004	2:56	2003	1:34	-1,37	0,75	1,87	3:26
2006	3:21	2005	2:41	-0,67	0,50	1,17	3:51
2008	4:28	2007	3:23	-1,08	0,50	1,58	4:58
2010	6:08	2009	5:00	-1,13	0,50	1,63	6:38
2012	9:08	2011	5:07	-4,02	0,50	4,52	9:38
2014	10:35	2013	8:11	-2,40	0,50	2,90	11:05
2016	11:57	2015	8:21	-3,60	0,50	4,10	12:27
2018	12:19	2017	9:28	-2,85	0,50	3,35	12:49
2020	13:14	2019	9:38	-3,60	0,50	4,10	13:44
2022	14:15	2021	10:44	-3,52	0,50	4,02	14:45
2024	15:27	2023	12:05	-3,37	0,50	3,87	15:57
2026	16:03	2025	15:48	-0,25	0,50	0,75	16:33
2028	16:52	2027	18:34	1,70	1,70	0,00	18:34
2030	18:16	2029	20:08	1,87	1,87	0,00	20:08
2032	18:38	2031	21:21	2,72	2,72	0,00	21:21
2034	21:24	2033	21:58	0,57	0,57	0,00	21:58
2036	23:10	2035	22:11	-0,98	0,50	1,48	23:40
Ўртача					0,80	2,08	---

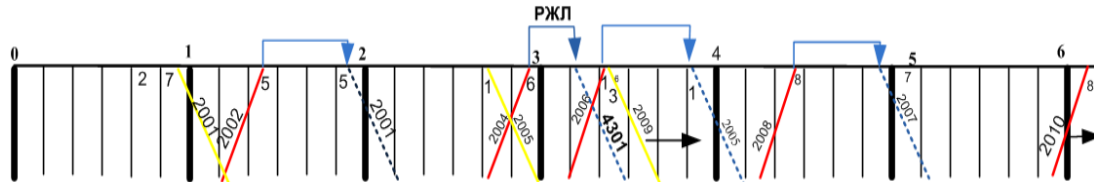
Биринчи навбатда соат 1:25 да 2002 поезд билан келган локомотивни соат 1:40 да заҳира юбориб (3-расм), “биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шартидан (1-шарт) “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди” шартигача (охирги шарт) бўлган жараёни босқичма-босқич моделлаштирилади. Бунда 2002 поезд билан келган локомотивнинг айланиш пунктида туриш вақти уни 2002 поезддан узиш ва жўнатиш технологик жараёнига сарфланадиган меъерий вақтга (масалан 0,25 соат) тенг бўлади, яъни $t_{ай.лок(1)} = t_{ай.уз.м.}$.



3-расм. 2002 поезд билан келган локомотивни заҳира юбориб моделлаштириш фрагменти (РЖЛ – заҳира жўнатилган локомотив).

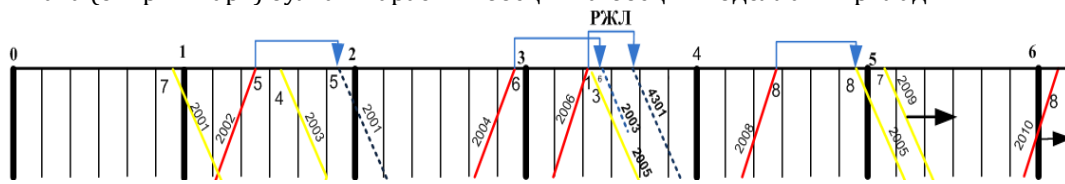
Иккинчи навбатда соат 2:56 да 2004 поезд билан келган локомотивни соат 3:11 да заҳира юбориб (4-расм), “биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шартидан (1-шарт) “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди”

шартигача (охирги шарт) бўлган жараённи босқичма-босқич моделлаштирилади. Бунда ва ҳар доим $t_{ай.лок(i)} = t_{ай.п.уз.м.}$ бўлади.



4-расм. 2004 поезд билан келган локомотивни заҳира юбориб моделлаштириш фрагменти.

Учинчи навбатда соат 3:21 да 2006 поезд билан келган локомотивни соат 3:36 да заҳира юбориб (5-расм), “биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шартидан (1-шарт) “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди” шартигача (охирги шарт) бўлган жараённи босқичма-босқич моделлаштирилади.



5-расм. 2006 поезд билан келган локомотивни заҳира юбориб моделлаштириш фрагменти.

Локомотивни заҳира юбориб, “биринчи келган локомотив биринчи жўнайдиган поездга уланади” шартидан (1-шарт) “ҳеч бир поезд таркиби станциядан жўнаш учун локомотивни мутлақо кутмайди” шартигача (охирги шарт) бўлган жараённи босқичма-босқич моделлаштириш жараёни ҳар бир локомотив бўйича амалга оширилади. Натижалар ҳар бир заҳира юборилган локомотив ва босқичлар бўйича жамланади (3-жадвал).

3-жадвалдан кўришиб турибдики, локомотивни заҳира юбориш шароитида поезд таркибларини локомотивлар билан таъминлашнинг бир неча вариантлари пайдо бўлади. Улардан иқтисодий жиҳатдан энг мақбулини танлаш қуйидаги формула орқали амалга оширилади:

$$E_{ай.п.ж.-н.г} = N_{юк} \cdot (t_{ай.лок} \cdot e_{л-с} + (t_{ай.тар} \cdot m \cdot e_{в-с})) \cdot c_{ум} \quad (1)$$

бунда m – юк поезда таркибидаги вагонларнинг ўртача сони, ваг;

$e_{л-с}, e_{в-с}$ – мос равишда локомотив-соат ва вагон-соат харажатлари ставкаси.

(1) формуладан кўришиб турибдики, жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида локомотивларни поездларга улашнинг иқтисодий жиҳатдан энг мақбул вариантини танлаш юк поездлар сони, локомотив ва поезд таркибининг ўртача туриш вақтлари, поезд таркибидаги вагонлар сони, бир локомотив-соат ва вагон-соат харажат ставкаларига боғлиқ. Маълумки, бир локомотив-соат ва вагон-соат харажат ставкалари ҳамда поезд таркибидаги вагонлар сони локомотивларни поездларга улаш технологиясига тўғридан-тўғри боғлиқ эмас, локомотив ва поезд таркибининг ўртача туриш вақтлари эса поездлар сони ва улар орасидаги интерваллар номуносивблигига боғлиқ.

Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида локомотивларни поездларга улашнинг иқтисодий жиҳатдан энг мақбул вариантини танлаш учун ушбу жараённи моделлаштириш ишларини турли миқдордаги поездлар ва уларнинг ҳар хил интерваллари бўйича оммавий равишда амалга ошириш зарур. Ушбу ишларни бажариш мақсадида жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароити учун локомотив ва поезд таркибининг айланиш пунктида ўртача туриш вақтини автоматлаштирилган равишда моделлаштириш асосида ҳисоблаш бўйича ЭХМ учун дастур С# дастурлаш тилида ишлаб чиқилди. Ушбу дастурнинг ишлаш алгоритми 6-расмда келтирилган.

Юқорида келтирилган усул асосида барча поезд локомотивларининг туриш вақти минимал қийматга эга бўлган варианты асосида жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги

учун заҳира олиб келишга номзод локомотивни аниқлаш усули ҳам такомиллаштирилди. Бу масалани ечишга доир ЭҲМ учун дастур ишлаб чиқилди (8-расм).

3-жадвал

Локомотивни заҳира юбориш шароитида локомотив ва поезд таркибининг айланиш пунктида туриш вақтини моделлаштиришнинг якуний натижалари

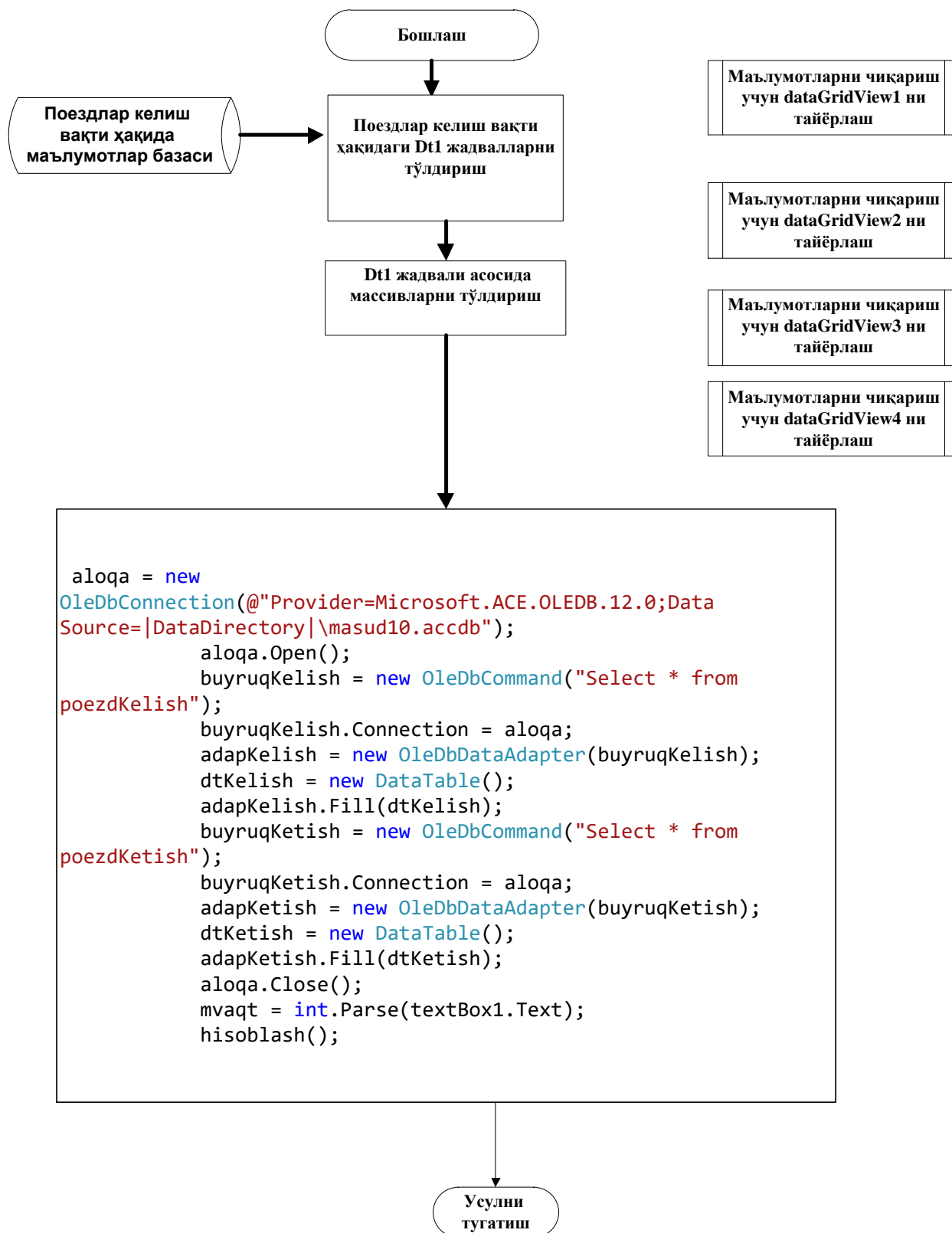
T/p	Заҳира юборишга номзод сифатида қаралган локомотив келган поезд рақами	Моделлаштириш босқичлари	Юк локомотивларининг айланиш пунктида туриш вақти, соат ($t_{ай.лок}$)	Юк поезда таркибининг айланиш пунктида жўнашни кутиш вақти, соат ($t_{ай.поезд}$)
	1	2	3	4
1.	2002	1	0,80	2,08
		2	1,25	1,11
		3	2,10	0,56
		4	3,20	0,24
		5	4,41	0,04
		6	5,78	0,00
2.	2004	1	0,80	2,03
		2	1,25	1,07
		3	2,15	0,56
		4	3,25	0,24
		5	4,46	0,04
		6	5,83	0,00
...
18.	2036	1	0,80	2,05
		2	1,30	1,13
		3	2,13	0,56
		4	3,23	0,24
		5	4,44	0,04
		6	5,81	0,00

Ишлаб чиқилган дастурлар асосида жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги учун локомотив ва поезд таркибининг айланиш пунктида ўртача туриш вақти поездлар сони 5 тадан 35 тагача бўлган ҳолатлар бўйича оммавий моделлаштирилди. Моделлаштириш натижаларига кўра қуйидаги хулосаларга келинди:

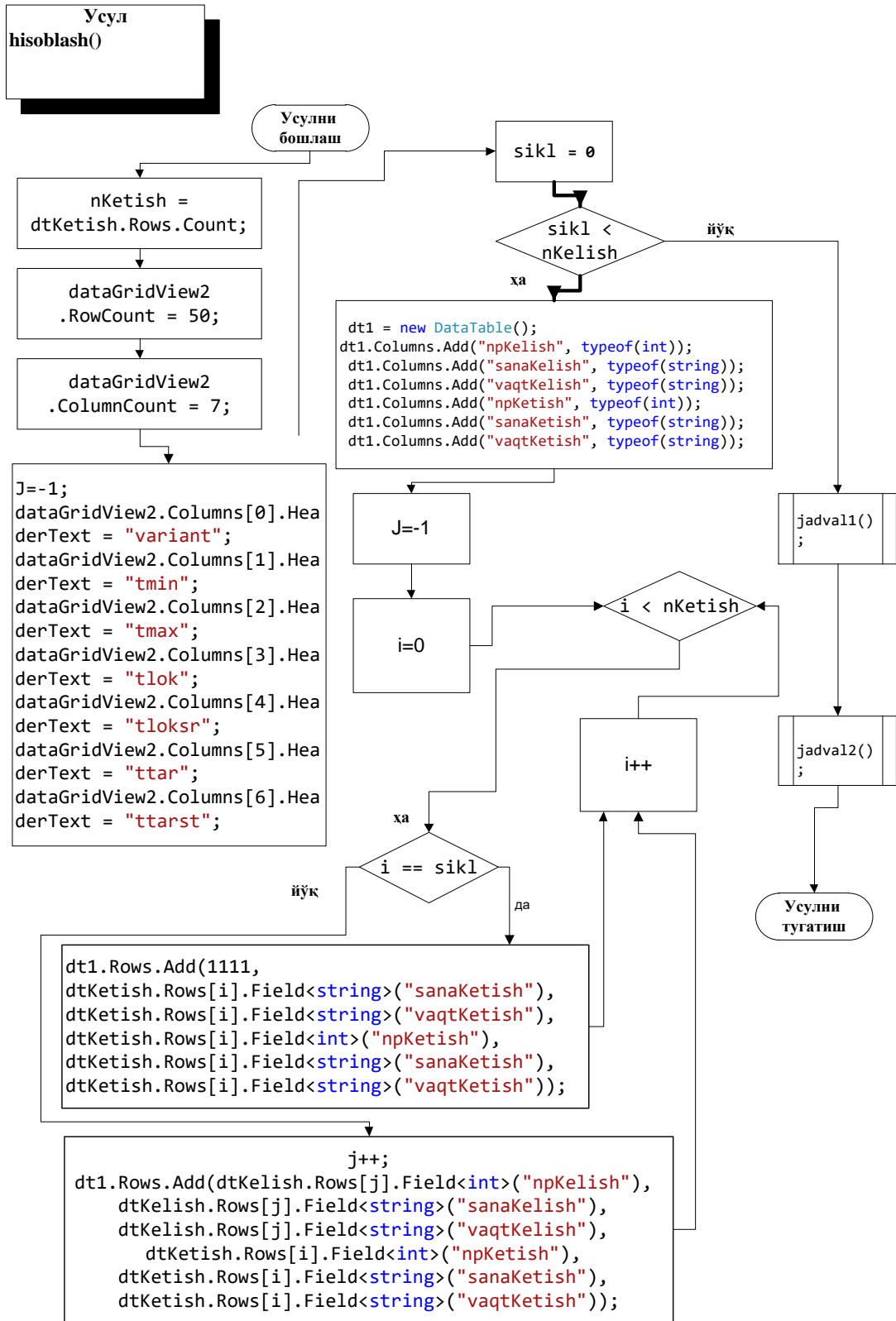
- айланиш пунктларида локомотивларни поездларга улашнинг мумкин бўлган вариантлари сони мос равишда поездлар сонига боғлиқ. Улар ичидан иқтисодий жиҳатдан энг мақбулини танлашни (1) формула орқали амалга ошириш мумкин;

- поезд таркиблари томонидан локомотивларни куттирмаслик тамойилига қатъий риоя қилиш айланиш пунктларида локомотив-соат харажатларининг қарийб 5 баробар кўп бўлишига олиб келади. Бунинг сабаби амалдаги вагон-соат ставкалари (973 сўм) локомотив-соат ставкаларидан (140962 сўм) қарийб 145 баробар камлигидадир, яъни 145 та вагоннинг 1 соат туриш харажатлари 1 та локомотивнинг 1 соат туриш харажатларига тенгдир. Бу, ўз навбатида, локомотивни куттирмасдан таркибни куттириш афзаллигини кўрсатади. Аммо, таркибларнинг кутиши вагонларнинг ўз манзилларига кечикиб боришларига олиб келади;

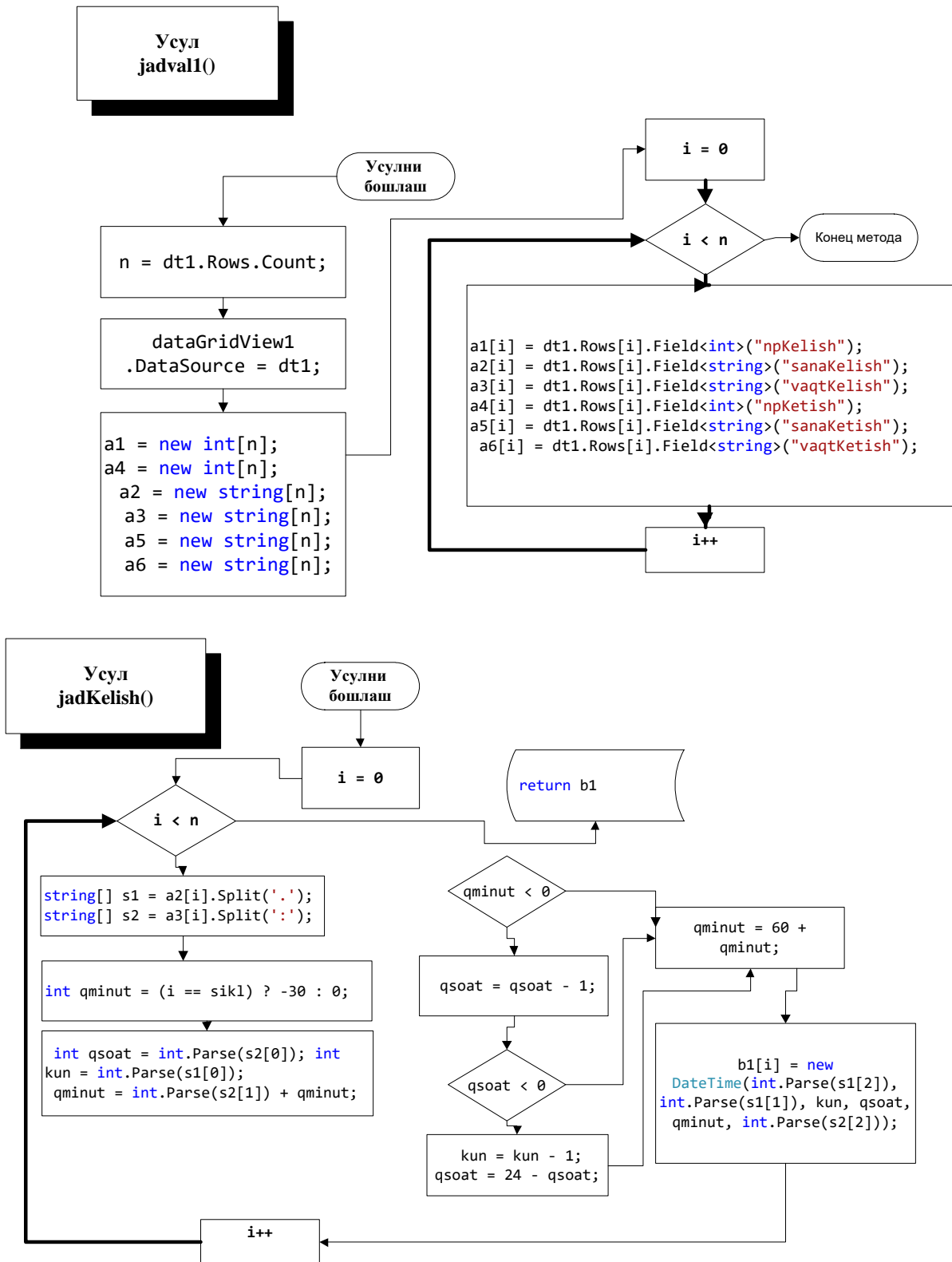
- локомотивларнинг айланиш пунктларида туриш вақтини камайтириш улардан самарали фойдаланишга олиб келади, яъни улардан фойдаланиш вақти ортади ва кам сонли локомотивлар билан белгиланган ҳажмдаги тортиш ишларини амалга оширишга эришилади. Шунинг учун, айланиш пунктларида локомотивларни поездларга улашнинг мақбул вариантини танлаш юқорида баён этилган кўрсаткичларни инобатга олган ҳолда комплекс ҳисоб-китобларни бажариш орқали амалга оширилиши мақсадга мувофиқдир.



6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг алгоритми (боши)

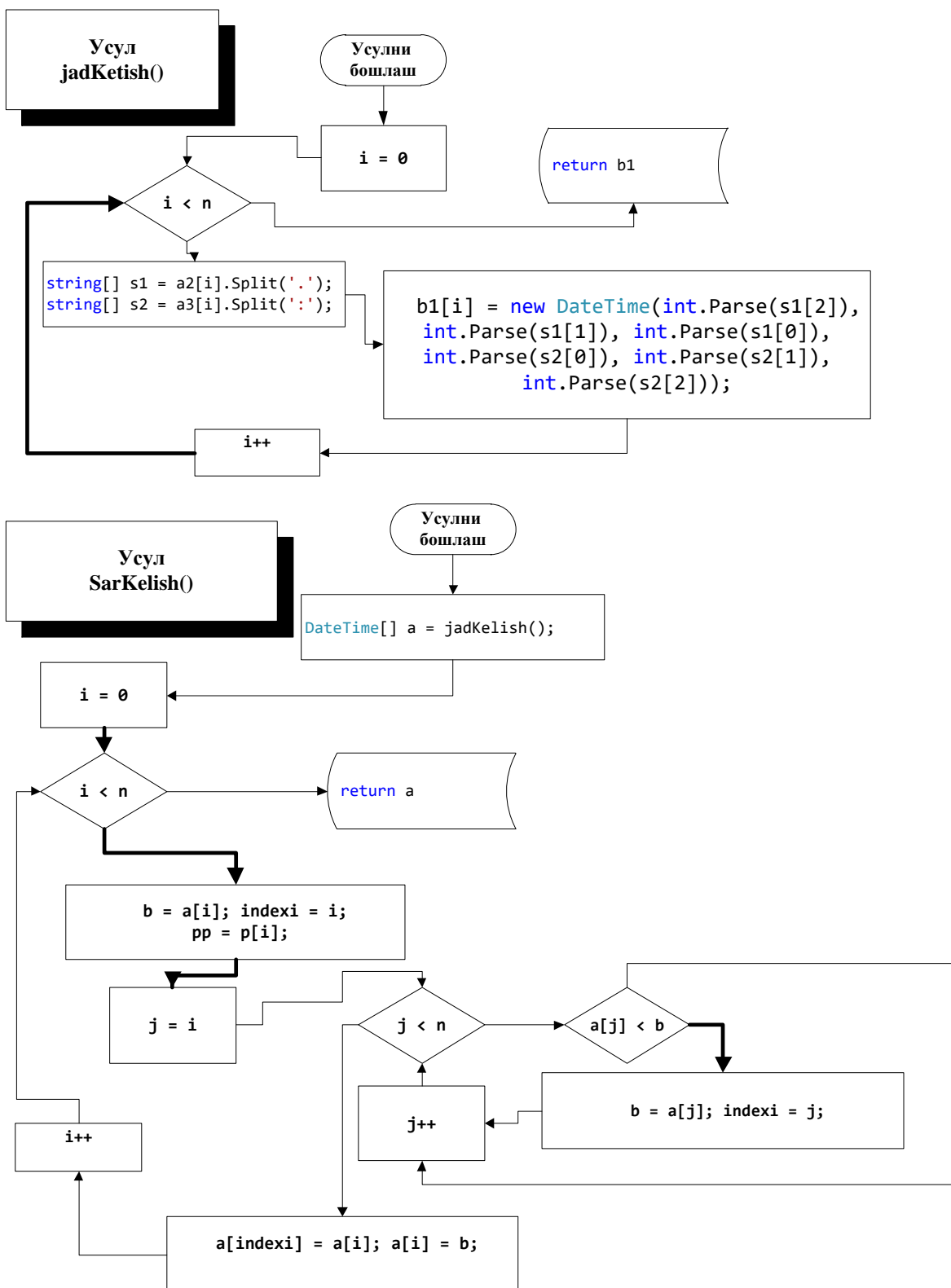


6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг алгоритми (давоми)

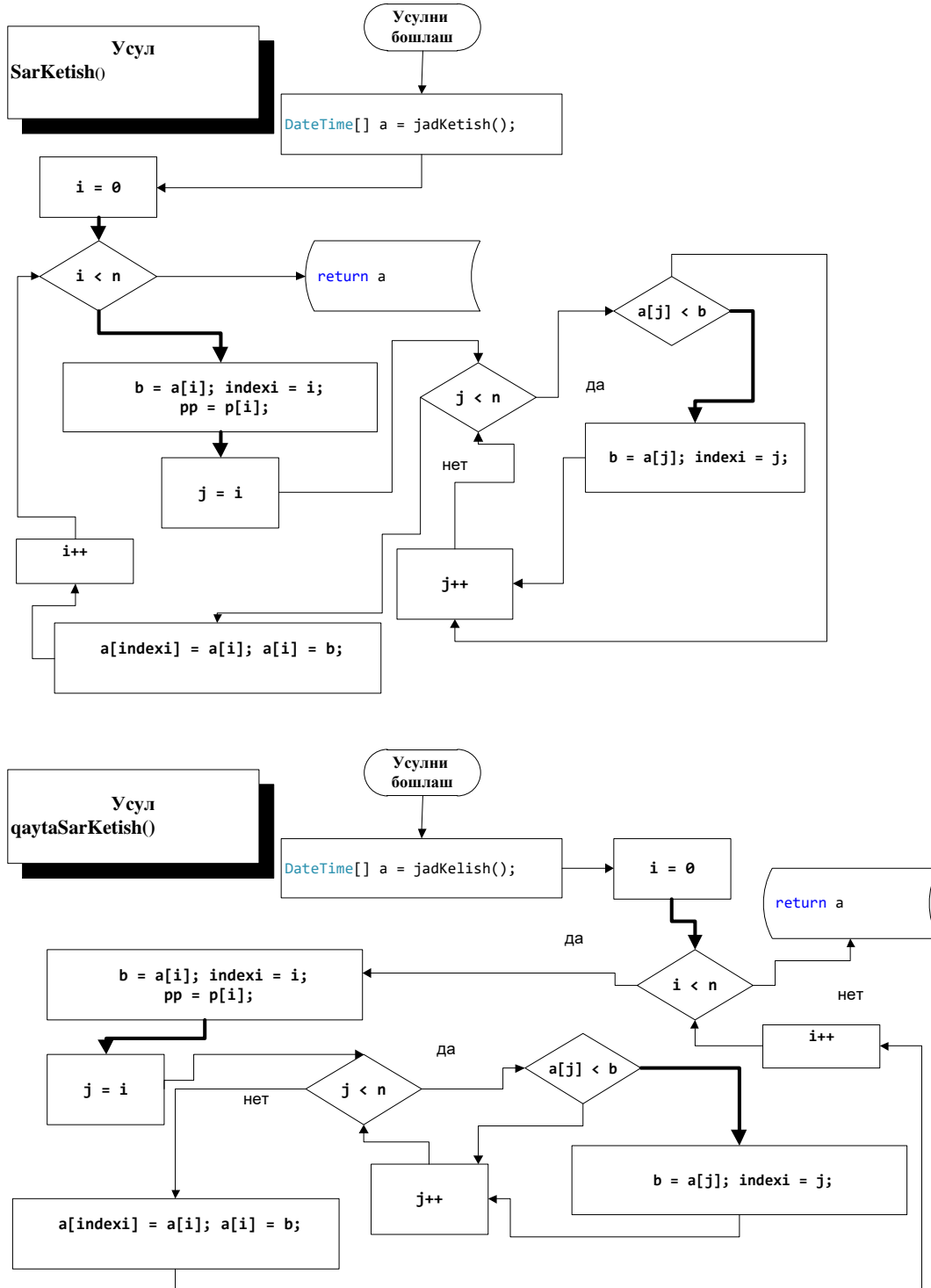


6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга

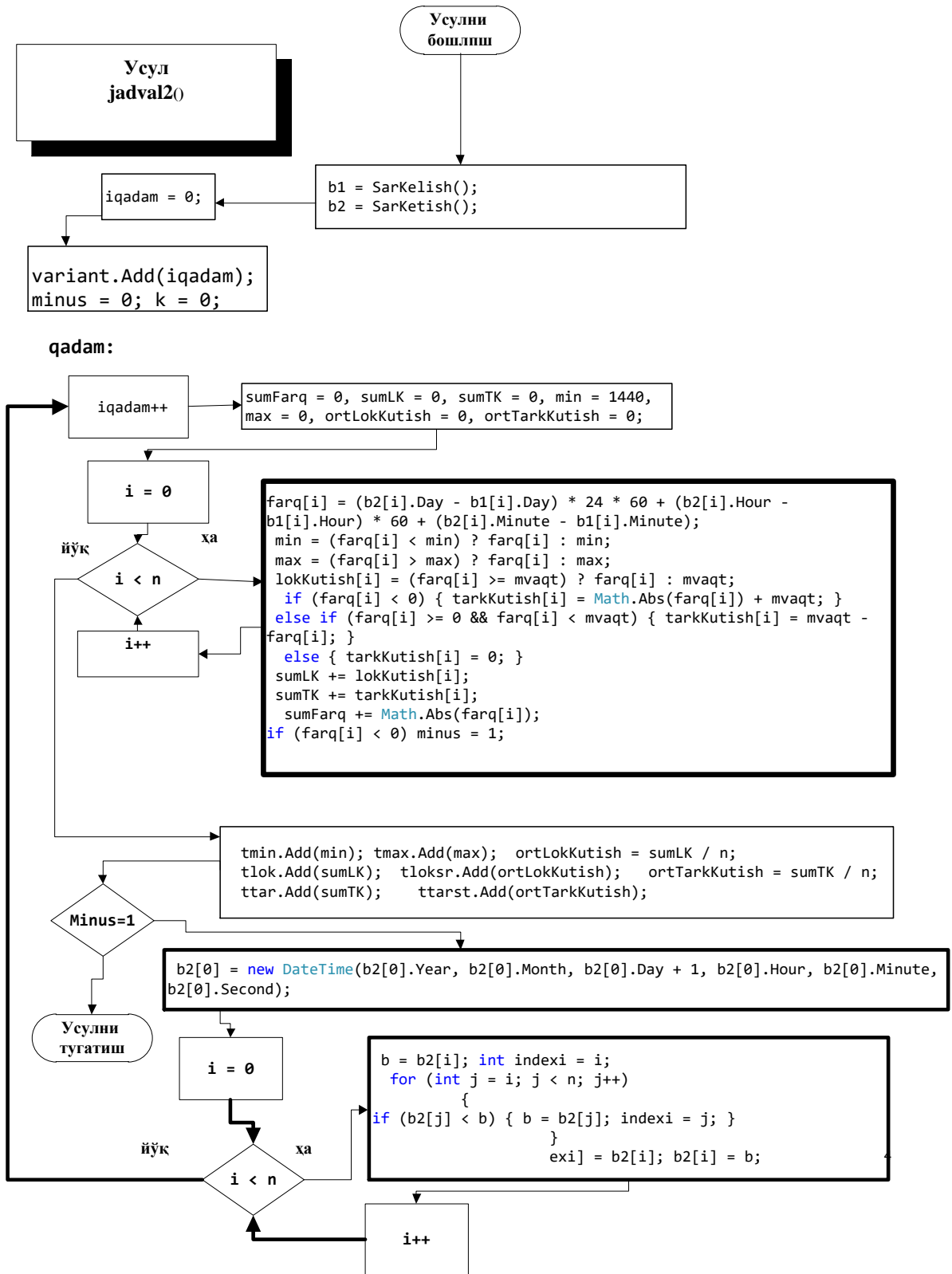
НОМЗОД ЛОКОМОТИВЛАРНИ АНИҚЛАШ ДАСТУРИНИНГ АЛГОРИТМИ (ДАВОМИ)



6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг алгоритми (давоми)



6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг алгоритми (давоми)

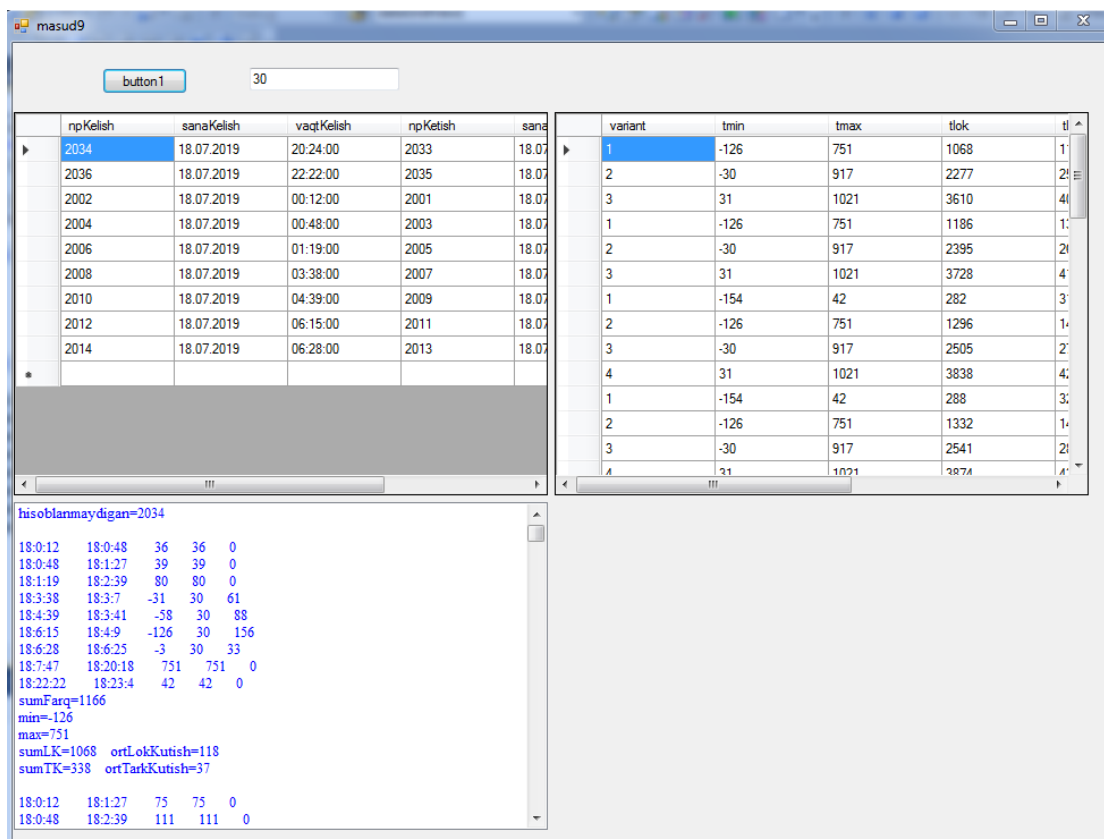


6-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира олиб келишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг алгоритми (охир)

Дастур Microsoft Visual Studio 2010 муҳитида объектга мўлжалланган C# дастурлаш тилида яратилди. Дастурда класслардан фойдаланилган. Унда 8 та метод яратилган: hisoblash(), jadval1(), jadKelish(), jadKetish(), SarKelish(), SarKetish(), qaytaSarKetish(), jadval2(). Ҳамма методлар бир классни ичида жойлашган бўлгани учун, бирор методни чақирганда унга керакли маълумотни ўзга метод ҳам ўша вақтнинг ўзида ишлаб янгиланган маълумотни узатади. Яъни ҳамма методлар биргаликда ишлайди. Методлар ишлаши натижасида ҳосил бўлган маълумотлар жадвал кўринишида бўлади. Уларни сақлаш, ишлов бериш учун маълумотлар базада ҳар бир жараён натижаларини сақлаб турилади. Маълумотларни сақлаб уларга ҳар бир сонияда ишлов беришда 8 та жадвалдан фойдаланилган. 7 расмда Microsoft Access да яратилган маълумотлар базасининг база жадвали келтирилган.

id	nameL	nameN	dKeldi	dkirdi	dChiqdi	dket
1054	O'zbekiston Y	104	17.11.2019 9:49:26	17.11.2019 9:52:26	17.11.2019 11:49:26	17.11.2019
1055	ВЛ60к	918	18.11.2019 9:53:24	18.11.2019 9:55:24	18.11.2019 12:53:24	18.11.2019
1057	O'zbekiston	006	17.11.2019 9:56:39	17.11.2019 9:56:39	17.11.2019 12:56:39	17.11.2019
1058	O'z- ELR	308	18.11.2019 9:56:39	18.11.2019 9:56:39	18.11.2019 12:56:39	18.11.2019
1059	O'zbekiston Y	112	19.11.2019 9:56:39	19.11.2019 9:56:39	19.11.2019 12:56:39	19.11.2019
1060	O'zbekiston Y	104	25.12.2019 13:22:31	25.12.2019 13:26:31	25.12.2019 16:22:31	25.12.2019
1061	O'z- ELR	305	23.12.2019 13:22:31	23.12.2019 13:26:31	23.12.2019 16:22:31	23.12.2019
1062	3ВЛ80с	2461	24.12.2019 9:22:31	24.12.2019 9:26:31	24.12.2019 12:22:31	24.12.2019
1063	3ВЛ80с	2476	24.12.2019 6:22:31	24.12.2019 6:26:31	24.12.2019 9:22:31	24.12.2019
1064	O'zbekiston	005	24.05.2020 11:23:42	24.05.2020 11:23:42	24.05.2020 13:23:42	24.05.2020
1065	O'zbekiston	O'zbekiston	24.05.2020 11:23:42	24.05.2020 11:25:42	24.05.2020 13:09:42	24.05.2020
1066	O'zbekiston	O'zbekiston	24.05.2020 11:53:42	24.05.2020 11:56:42	24.05.2020 14:17:42	24.05.2020
1067	O'zbekiston	O'zbekiston	24.05.2020 12:23:42	24.05.2020 12:26:42	24.05.2020 14:10:42	24.05.2020

7- расм. Маълумотлар базасининг база жадвали



8-расм. Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида захира жўнатишга номзод локомотивларни аниқлаш дастурининг фойдаланувчи ойнаси фрагменти.

Ишлаб чиқилган ЭХМ учун дастурлар айланиш ва алмашиш пунктларида локомотив етмаган ёки ортиқча бўлган шароитларда юк поездларининг келиш ва жўнаш вақтлари асосида локомотивларни поезд таркибларига бириктиришнинг мумкин бўлган вариантлари бўйича қуйидаги кўрсаткичлари автоматик тарзда аниқлайди:

- поезд локомотивини заҳира жўнатиш ёки олиб келишнинг ҳар бир варианты бўйича локомотивнинг келиш ва жўнаш вақтлари фарқининг минимал ва максимал миқдорини ҳисоблайди;

- поезд локомотивини заҳира жўнатишнинг ҳар бир варианты бўйича локомотивлар ва поездлар таркибларининг умумий ва ўртача туриш вақтларини ҳисоблайди;

- барча поезд локомотивларнинг туриш вақти минимал қийматга эга бўлган варианты асосида жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги учун заҳира юбориш ёки заҳира олиб келишга номзод локомотивни аниқлайди.

Дастурлардан олий ўқув юртлари, илмий текшириш институтлари лабораториялари ҳамда темир йўлларнинг ташиш ва локомотив хўжалигида алмашиш ва айланиш пунктлари заҳира юбориш ёки заҳира олиб келишга номзод локомотивни аниқлаш орқали мавжуд локомотив паркидан самарали фойдаланишнинг инновацион технологияларини яритишда фойдаланиш мумкин.

Хулоса. Вагонлар оқимининг ҳаракат йўналишлари бўйича номутоносблиги туфайли айланиш ва алмашиш пунктларига бир суткада келган локомотивлар билан жўнайдиган локомотивлар сони бир-бирига тенг бўлмайди. Локомотивлар ортиқча бўлган ҳолатларда уларнинг мос қисмини заҳира жўнатиш учун локомотивлар ишини тезкор тартибга солиш амалга оширилади. Айланиш ва алмашиш пунктларида битта локомотив ортиқча бўлган шароитда барча келган локомотивлардан бирини шундай резерв жўнатиш керакки, локомотив ва поезд таркибининг туриш вақти минимал бўлсин.

Юк ташиш ҳаракати учун локомотивлар етишмовчилиги шароитида темир йўл участкаларидаги поездлар ишини мавжуд локомотивлар паркидан самарали фойдаланишни таъминлаган ҳолда ташкиллаштириш керак бўлади. Локомотивлар етишмаган ҳолатларда уларнинг мос қисмини заҳира олиб келиш учун локомотивлар ишини тезкор тартибга солиш кўпвариантли ечимлардан энг мақбулини танлаш орқали амалга оширилади.

Жуфтлашмаган поездлар ҳаракати графиги шароитида заҳира юбориш ёки заҳира олиб келишга номзод локомотивни аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган ва улар автоматлаштирилган. Ушбу усулларни ишлаб чиқариш жараёнларига татбиқ этиш поезд таркибларини локомотивлар билан оқилона таъминлаш орқали мавжуд локомотив паркидан самарали фойдаланишга хизмат қилди.

Адабиётлар

1. Семенов А.П. Статистический анализ проблемы повышения эффективности эксплуатации локомотивов / Труды третьей международной научно-практической конференции “Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов”. М.: ООО «ЛокоТех», 2018. – С. 325-332.

2. Ravindra K. Ahuja, Jian Liu, James B. Orlin, Dushyant Sharma, Larry A. Shughart. Solving real-life locomotive scheduling problems: working paper 4389-02. USA: MIT Sloan School of Management (Cambridge), 2002 – 35 p.

3. Машарипов М.Н. Поезд локомотивлари эксплуатацияси транспорт жараёнларининг инновацион технологиялари: техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун тайёрланган диссертация. – Тошкент: ТТЙМИ, 2019. – 177 б.

4. Аникина О.В. Совершенствование методов эксплуатации магистральных локомотивов грузового движения в условиях создания новой модели управления перевозочным процессом: Автореф. дис. на соискание уч. степени. к.т.н. – Новосибирск: СГУПС, 2001. – 24 с.

5. Ковалев В.Н. Комплексная система автоматизированного нормирования локомотивного парка / Дисс. на соискание уч. степени. к.т.н. – М.: МГУПС, 2012. – 212 с.

6. Мехедов М.И. Методика оценки факторов, оперделенияющих стабилность пропуска грузовых поездопотоков на грузонапряженных направлениях / Дисс. на соискание уч. степени. к.т.н. – М.: АО “ВНИИЖТ”, 2016. – 143 с.

7. Rasulov M.X., Masharipov M.N., Rasulmuhamedov M.M., Suyunbaev Sh.M. The provision terms of train with locomotives and their standing time // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 9, September 2019. P. 10963-10974.

References

1. Semenov A.P. Statistical analysis of the problem of increasing the efficiency of locomotive operation / Proceedings of the third international scientific and practical conference "Prospects for the development of locomotive service". M.: LLC "LocoTech", 2018. – P. 325-332.

2. Ravindra K. Ahuja, Jian Liu, James B. Orlin, Dushyant Sharma, Larry A. Shughart. Solving real-life locomotive scheduling problems: working paper 4389-02. USA: MIT Sloan School of Management (Cambridge), 2002 – 35 p.

3. Masharipov M.N. The innovative technologies of transport in operation of train locomotives: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences. – Tashkent: TTYMI, 2019. – 177 p.

4. Anikina O.V. Improvement of methods of operation of main-line locomotives of freight traffic in the conditions of creating a new model of management of the transportation process: dissertation abstract to apply for an account degree PhD. – Novosibirsk: SGUPS, 2001. – 24 p.

5. Kovalev V.N. Integrated system of automated rationing of the locomotive fleet / Diss. to apply for an account degree PhD. – M.: MGUPS, 2012. – 212 p.

6. Mekhedov M.I. Methodology for assessing the factors that determine the stability of the passage of freight train traffic on cargo-intensive directions / Diss. for an academic degree PhD. - M.: JSC "VNIIZhT", 2016. – 143 p.

7. Rasulov M.X., Masharipov M.N., Rasulmuhamedov M.M., Suyunbaev Sh.M. The provision terms of train with locomotives and their standing time // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 9, September 2019. P. 10963-10974.

Сведения об авторах / Information about authors

Расулов Маруфджан Халикович – к.т.н., профессор, ректор, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail*: tashiit_rektorat@mail.ru

Расулмухамедов Махамадазиз Махамадаминович – к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Информационные технологии на железнодорожном транспорте», Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail*: uer_tashiit@mail.ru

Суюнбаев Шинполат Мансуралиевич – к.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой железной дороги», Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail*: shinbolat_84@mail.ru

Машарипов Маъсуд Нуъмонжонович – PhD, декан экономического факультета, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail*: masudcha@mail.ru

Rasulov Marufdjan Xalikovich – c.t.s., professor, rector, Tashkent Institute of Railway Engineers, *e-mail*: tashiit_rektorat@mail.ru

Rasulmukhamedov Makhmadaziz Makhmadaminovich – c.p.-m.s., docent, Head of the "Department of Information Technologies in Railway Transport", Tashkent Institute of Railway Engineers, *e-mail*: uer_tashiit@mail.ru

Suyunbayev Shinpolat Mansuralievich – c.t.s., docent of the department "Management of operational work of the railway", Tashkent Institute of Railway Engineers, *e-mail*: shinbolat_84@mail.ru

Masharipov Masud Numonzhonovich – PhD, Dean of the Faculty of Economics, Tashkent Institute of Railway Engineers, *e-mail*: masudcha@mail.ru