

FTAXP 06.71.09

ӘОЖ 656.225.3

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2021-1-1-104-109>

**А.Ж. АБЖАПБАРОВА,<sup>1</sup>**

Т.ғ.к., доцент.

e-mail: a.abzhapbarova@turana-edu.kz

**Р.Д. МУСАЛИЕВА,<sup>1\*</sup>**

Т.ғ.к., доцент.

\*e-mail: r.musalieva@turana-edu.kz

<sup>1</sup> Университет «Туран», Қазақстан, г. Алматы

## **ҚОЙМАДА AGV ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

### **Андатпа**

Бұл мақалада логистикалық шығындарды азайту үшін қоймада орындалатын жұмыстарға автоматтандырылған технологиялар мен бағдарламалық жасақтаманы қолданумен сипатталатын қойма логистикасының қазіргі жағдайы қарастырылады. Қоймалардың барлық түрлерін автоматтандыру кішігірім, қайталанатын тапсырмаларды автоматтандыру арқылы қойма жұмыстарының құнын арттырады, бұл жұмысшыларға неғұрлым күрделі міндеттерге назар аударуға мүмкіндік береді. Аппараттық технологияларды дамыту және заманауи технологияларды қолдану қойма жұмысының тиімділігін арттыру мүмкіндігін кеңейтеді. Қоймадағы робототехника индустриясы тапсырыс толтыру және қоймадағы қорларды жылжыту және т.б. сияқты әртүрлі мақсаттар мен функцияларды орындайтын қойма роботтарының бірнеше түрін қамтиды. Осы мақалада қарастыратын қойма робототехникасының бір түрі –автоматты басқарылатын көлік құралдары AGV технологиясы (Automatic guided vehicle). AGV технологиясының негізінде – автоматты басқарылатын арба, жүкті бір орыннан екінші орынға тасымалдайтын электр жетекті құрал. Арба автоматты түрде басқарылатындықтан жеке операторды қажет етпейді – арбалар адам еңбегінің қажеттілігінсіз оқшауланған жағдайда берілген траектория бойымен қозғалады. Өнімнің қажетті сапасын сақтау қажеттілігінен басқа, AGV қолдану келесі артықшылықтарға ие: қызметкерлер санын, әсіресе жоғары сапалы және жауапты көлік операторларын қысқарту, еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету, өнімнің зақымдануынан болатын зиянды азайту, өйткені автоматты басқарылатын көлік құралдарының барлық қозғалыстарын дәл бағдарламалауға болады.

Тірек сөздер: қоймалар, автотиегіштер, автоматтандырылған жүйелер, технологиялар, басқару, қойма қызметтері, робототехника.

Біртұтас логистикалық тізбектің және жекелеген үрдістердің тиімділігін жоғарылатудың негізгі факторларының бірі қоймалық инфрақұрылымды жетілдіру болып табылады.

Жүктерді өңдеу және есепке алу үрдісіне алдыңғы қатарлы аппараттық және технологиялық шешімдерді енгізу, қоймаларды автоматтандыру логистикалық қызмет нарығын дамытудың басым бағыты болып табылады.

Қойма алаңдарын заманауи стандарттарға сай жабдықтау, қоймалық үрдістерді кешенді автоматты басқару шығындарды азайтуға, сақтау сенімділігін жоғарылатуға, еңбек шығындарын оңтайландыруға және өнім айналымын масималды бақылауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Тауар айналымы нарығында ұсынылып отырған заманауи технологиялардың бірі – AGV (Automatic guided vehicle) технологиясы.

AGV технологиясының негізі – автоматты басқарылатын арба, жүктерді бір орыннан екінші орынға тасымалдайтын электржетекті сайман (1-сурет, б. 105). Арба автоматты түрде басқарылатын болғандықтан, арбаға қызмет көрсету жеке операторды қажет етпейді – арбалар берілген траекторияда адам еңбегінің қажетінсіз оқшау жағдайда қозғалады.

AGV технологиясының барлық қажетті қауіпсіздік элементтерімен және жүйелерімен жабдықталуы, технологияның зиянды және қауіпті өндірісте пайдаланылуына мүмкіндік береді. Қойма шаруашылығында AGV технологиясын пайдалану келесі артықшылықтармен сипатталады:

- ◆ эксплуатациялық шығындардың төмендеуі;
- ◆ қауіпсіздіктің жоғарлауы;
- ◆ нақтылықтың және өнімділіктің артуы;
- ◆ өнімді және жұмыс ортасын зақымдау тәуекелінің төмендеуі;
- ◆ қауіпті немесе агрессивтік ортада жұмыс істеу мүмкіндігі (мысалы, жарылыс қаупі бар шарттарда).

Сурет 1 – AGV технологиясының негізі – автоматты басқарылатын арба



AGV жүйесі – бұл, автоматты басқарылатын арбаға дұрыс қозғалуға мүмкіндік беретін, барлық технологияларды өз құрамына біріктіретін, кешенді логистикалық шешім болып табылады. Яғни, AGV жүйесі келесілерге негізделеді:

- ◆ міндеттерге: тиеу-түсіру жұмыстары, жүктерді тасымалдау, жүкті беру реті және қауіпсіздік;
- ◆ технологияларға: қозғалысты басқару, навигация, байланыс, қауіпсіздік жүйесін және тиеу-түсіру құрылғыларын басқару.

Қазіргі таңда AGV үш негізгі типте ұсынылып отыр: тиегіш арба, айырлы тиегіш және сүйреуші арба.

Тиегіш арба – бұл, заттың бір түрін (орам немесе қозғалтқыш) тасымалдауға қабілетті көлік құралы (2-сурет).

Сурет 2 – AGV типтік түрі – тиегіш арба



Айырлы тиегіш – табандықтардың (поддон) орнын ауыстыру үшін пайдаланылады (3-сурет).

Сурет 3 – MSK таңбалы айырлы тиеуішімен электрлі AGV



Автоматты түрде басқарылатын сүйреуші арба – жүк тиелген бір немесе бірнеше моторсыз көлік құралдарын сүйреуге қабілетті моторландырылған көлік құралы.

AGV технологиясының негізгі жұмыс жасау бағыттары:

- ♦ алдын-ала анықталған әр түрлі формадағы траекториялар арқылы қозғалу;
- ♦ конвейерге немесе басқа нысандарға қызмет көрсетуде тұрақты жылдымдықты ұстап тұру;
- ♦ алдын-ала анықталған позицияларда қозғалысын тоқтату немесе жалғастыру, бұл операцияларды оператордың талабы бойынша да жүзеге асыру;
- ♦ тасымалданатын компоненттерді тиеу және түсіру;
- ♦ адамдардың қатысуынан тыс қозғалыстағы арбалар желісін құруда орталық терминалмен немесе басқа да арбалармен сымсыз байланыс;
- ♦ минималды ара қашықтықта өтіп кету үшін, қозғалмайтын кедергілерді картографиялау;
- ♦ қозғалыстағы кедергілерді айыра отырып, олардың жойылуын күту және жұмысын жалғастыру.

Негізгі жұмыс жасау бағыттарын жүзеге асыру мақсатында, нарықта ұсынылып отырған автоматты басқарылатын арбалардың сипаттамалары келесі кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Максималды қуатты AGV сипаттамалары

№	Көрсеткіш атауы	Сипаттамасы
1	Жылдамдығы	2 м/с
2	AGV массасы	500 кг дейін
3	Тасымалдауға арналған массасы	3000 кг дейін
4	Максималды қуатта жұмыс істеу уақыты	8 сағатқа дейін
5	Максималды қуатта және жылдамдықта жүріп өтетін қашықтығы	20 км
6	Борттық қуат көзі	24 В
7	Аккумуляторларының саны	8-ге дейін

Автоматты басқарылатын арбаның жұмыс принципінің басқа электромобильдерден ерекшелігі, басқару, алдын-ала енгізілген бағдарлама бойынша жүзеге асырылатындықтан адам еңбегі қажет емес, сонымен қатар арба тиеу/түсіру механизімімен жабдықталған.

Соңғы жылдарда шетел тәжірибесінде AGV технологияларын кеңінен пайдалану байқалып отыр. Бұл, AGV жүйесінің тиеу-түсіру жұмыстарының тиімділігін арттырумен өнімділікті жоғарылату мүмкіндігімен тікелей байланысты болып отыр. AGV жүйесі мүмкіндігінің негізгі артықшылықтары:

- ♦ тәулік бойы жұмыс істеуі: AGV жұмысын ұйымдастыруда жүргізуші қажеттілігі жоқтығына байланысты, олар тоқтаусыз жұмыс істей алады, тек аккумуляторды қайта қуаттау уақытын жоспарлау қажет.

- ♦ үрдістердің, жүктеменің және қызметшілердің кепілді қауіпсіздігі: Өйткені, AGV бағдарланған маршрут бойынша қозғалады және қозғалыс үрдістің басынан аяғына дейін бақыланады. Бұл, нақты уақыт режимінде тауар қозғалысын қадағалауға және жеткізілімдерді бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, AGV жүріс жолында кедергілермен соқтығысып қалмау үшін, байқау сезбегімен (датчик обнаружения) және қауіпсіздік құрылғыларымен жабдықталған.

AGV 10 мм шамасында нақтылықты анықтау қабілетіне ие, бұл, қол еңбегімен орындалатын операциялар негізінде орын алатын зақымданулардан сақтай отырып, жүкті максималды нақты орналастыруға мүмкіндік береді.

Еңгізуге ұсынылған жүйенің тиімділігі төменде келтірілген формуламен анықтаймыз

$$\mathcal{E}_T = \frac{\mathcal{E}_ш - E_K K_c}{K_o} \quad (1)$$

мұндағы:

- $\mathcal{E}_ш$  – жүйенің пайдалануына қажетті эксплуатациялық шығындар, теңге;
- $E_K$  – шығыстардың сәйкестілік коэффициенті;
- $K_c$  – жүйені еңгізуге қажетті капиталдық салымдар, теңге;
- $K_o$  – қоймалау операциялар (саны).

Жүйені еңгізудің негізгі тиімділігі еңбектің шығындарын оңтайландыру болып табылады. Еңбектің шығындары келесі формуламен анықталады:

$$S = S_{ж} + S_{ә} + S_{к} \quad (2)$$

мұндағы:

$S_{ж}$  – қоймадағы жұмысшылардың жалақысына кететін шығындарды азайту, теңге;

$S_{ә}$  – қоймадағы жұмысшылардың әлеуметтік қамтамасыз етудіне бағытталған шығындарды азайту, теңге;

$S_{к}$  – еңгізілетін жүйенің құрылғыларына арналған қосымша төлемдердің шығындары, теңге.

Бұл шығындарды анықтайтын формулалар келесі операциялық құрылымдардан тұрады:

$$S_{ж} = (S_c + S_c \cdot D_T \cdot t_y) K_{пр} K_d \quad (3)$$

$$S_{ә} = S_{ж} \cdot K_ә \quad (4)$$

$$S_{к} = \frac{K_c(0,01 + 0,044)}{365 \cdot K_0} \quad (5)$$

мұндағы:

$S_c$  – қоймадағы қызметкерлердің жалақысына кететін шығындар, теңге;

$D_T$  – қызметкерлердің түнгі уақытында жұмыс істеген үшін қосымша төлемдер, теңге;

$t_y$  – түнгі уақыттың көлемі;

$K_{пр}$  – қызметкерлерге төленетін сыйақылардың коэффициенті;

$K_d$  – қызметкерлердің демалысқа кететін жалақының коэффициенті;

$K_ә$  – әлеуметтік төлемдердің коэффициенті;

Қоймалық операциялардың еңбек шығындарының азайуы төменгі формуламен анықтаймыз

$$З_e = \frac{2l_a \cdot t_a \cdot n_p}{1000 \cdot 60} \quad (6)$$

мұндағы:

$l_a$  – қоймадағы оператор орталығынан жұмыс орнына дейінгі арақашықтықтар, м;

$t_a$  – арақашықтықтың өту уақыты, мин;

$n_p$  – қажетті рұқсатнамалардың саны, дана.

Жаңа технологияның басқару жүйесін еңгізуіне қажетті нақты капиталды салымдар:

$$K_c = \frac{K_n}{365 \cdot K_0} \quad (7)$$

AGV жүйелер тиімділігінің анықтайтын еңбек операцияларының азайуы есебінен, сонымен қатар жұмыс орындарын қысқартылуы анықталады:

$$Э_T = \frac{З_e \cdot K_0}{t_{см}} \quad (8)$$

$t_{см}$  – қоймадағы жұмыс ауысымның уақыты, сағат.

Өндіріске кететін шығындардың төмендеуі: AGV жүк тасымалын тиімді, арзан және қауіпсіз тұрғыда қамтамасыз етеді және еңбек шығындарын азайтады. Бұл артықшылықтар шығын өтелуі коэффициентін тез жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда келтірілген артықшылықтарға қарамастан, AGV жүйелері бірқатар кемшіліктерге де ие:

- ♦ жәйдан тыс жерлерді жұмыс істеуге нашар бейімделген. Су немесе тегіс емес жерлерде жүйе қозғалысы бұзылуы мүмкін;
- ♦ жүйе тек қайталанатын міндеттерді ғана орындай алады;
- ♦ олар, өндірістік қажеттілік жағдайында туындаған міндеттерді оператор ретінде өзгерте алмайды, AGV тек нақты қойылған міндеттермен шектеледі.

Озық технология AGV жүйесінің нарық талабына бейімделуін жақсартады және олардың пайдаланылу сферасын кеңейтеді. Үдемелі технология өнімнің өзіндік құнын төмендетіп, оны бәсекеге қабілетті етті, осылайша AGV-дегі технологиялық жетістіктер қоймалық логистикада дәстүрлі жүк автомобилдерін ауыстыруға мүмкіндік берді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Никифоров В.В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок: ГроссМедиа, Росбух. – Москва, 2008.
- 2 Джеффри Ке (Jeffrey Kt). Важнейшие аспекты организации непрерывного подключения в AS/RS и AGV, Control engineering, № 2(62), 2016.
- 3 Волгин В.В. Логистика хранения товаров: практич. пособие. – М: Дашков и К, 2014.
- 4 Дыбская В.В. Управление складированием в цепях поставок. – М.: Альфа-пресс, 2014.
- 5 Управление цепями поставок: справочник издательства Gower / под ред. Дж. Гатторны; пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 2008.
- 6 Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2008. – 640 с. (Пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера).

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Nikiforov V.V. Logistika. Transport i sklad v cepi postavok: GrossMedia, Rosbuh. – Moskva, 2008.
- 2 Dzhheffri Ke (Jeffrey Kt). Vazhnejshie aspekty organizacii bespreryvnogo podkljuchenija v AS/RS i AGV, Control engineering, № 2(62), 2016.
- 3 Volgin V.V. Logistika hranenija tovarov: praktich. posobie. – M: Dashkov i K, 2014.
- 4 Dybskaja V.V. Upravlenie skladirovaniem v cepjah postavok. – M.: Al'fa-press, 2014.
- 5 Upravlenie cepjami postavok: spravochnik izdatel'stva Gower / pod red. Dzh. Gattorny; per. s angl. M.: INFRA-M, 2008.
- 6 Baujersoks Donald Dzh., Kloss Dejvid Dzh. Logistika: integrirovannaja cep' postavok. 2-e izd. – M.: ZAO Olimp-Biznes, 2008. – 640 s. (Per. s angl. N. N. Baryshnikovoj, B.S. Pinskeraj).

**А.Ж. АБЖАПБАРОВА,<sup>1</sup>**

к.т.н., доцент.

e-mail: a.abzhapbarova@turanaedu.kz

**Р.Д. МУСАЛИЕВА,<sup>1\*</sup>**

к.т.н., доцент.

\*e-mail: r.musalijeva@turanaedu.kz

<sup>1</sup> Университет «Туран», Казахстан, г. Алматы

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ AGV НА СКЛАДЕ

### Аннотация

В данной статье рассматривается современное состояние складской логистики, которая характеризуется применением автоматизированных технологий и программного обеспечения работ, выполняемых на складе, для снижения логистических затрат. Автоматизация всех типов складов увеличивает стоимость складских операций за счет автоматизации небольших, повторяющихся задач, что позволяет работникам сосредоточить-



ся на более сложных задачах. Развитие информационных технологий и применение современной техники расширяют возможности повышения эффективности работы склада. Индустрия складской робототехники включает в себя несколько типов складских роботов, которые обслуживают различные цели и функции, такие как заполнение заказов и перемещение запасов на складе и т.д. Одним из видов складской робототехники, который мы рассматриваем в данной статье, являются транспортные средства с автоматическим управлением – технология AGV (Automatic guided vehicle). В основе технологии AGV – тележка с автоматическим управлением, электроприводный инструмент, перевозящий грузы с места на место. Поскольку тележка управляется автоматически, обслуживание тележки не требует отдельного оператора – тележки перемещаются по заданной траектории в изолированных условиях без необходимости человеческого труда. Помимо необходимости поддержания требуемого качества продукции, применение AGV имеет следующие преимущества: сокращение численности персонала, особенно высококлассных и ответственных транспортных операторов, обеспечение безопасности труда, минимизация ущерба, вызванного повреждением продукта, так как все движения транспортных средств с автоматическим управлением могут быть точно запрограммированы.

Ключевые слова: склады, автопогрузчики, автоматизированные системы, технологии, управление, складские услуги, робототехника.

**A.ZH. ABZHAPBAROVA,<sup>1</sup>**

c.t.s., associate professor.

e-mail: a.abzhapbarova@turan-edu.kz

**R.D. MUSSALIEVA,<sup>1\*</sup>**

c.t.s., associate professor.

\*e-mail: r.musaliyeva@turan-edu.kz

<sup>1</sup>Turan University, Kazakhstan, Almaty

## FEATURES OF USING AGV TECHNOLOGY IN THE WAREHOUSE

### Abstract

This article examines the current state of warehouse logistics, which is characterized by the use of automated technologies and software for work performed in the warehouse to reduce logistics costs. Automation of all types of warehouses increases the cost of warehouse operations by automating small, repetitive tasks, allowing workers to focus on more complex tasks. The development of information technologies and the use of modern technology expand the possibilities of improving the efficiency of the warehouse. The warehouse robotics industry includes several types of warehouse robots that serve different purposes and functions, such as filling orders and moving inventory in a warehouse, etc. One of the types of warehouse robotics that we consider in this article are vehicles with automatic control technology AGV (Automatic guided vehicle). The AGV technology is based on an automatic trolley, an electric tool that transports goods from place to place. Since the trolley is controlled automatically, maintenance of the trolley does not require a separate operator-the trolleys move along a given trajectory in isolated conditions without the need for human labor. In addition to the need to maintain the required product quality, the use of AGV has the following advantages: reducing the number of personnel, especially high-quality and responsible transport operators, ensuring occupational safety, minimizing damage caused by product damage, since all movements of vehicles with automatic control can be precisely programmed.

Key words: warehouses, auto-loaders, automated systems, technologies, management, warehouse services, robotics.