

## **ЗАСТОСУВАННЯ КАРТ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРИ УПРАВЛІННІ РУХОМ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**БОНДАРЄВА ІРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА,**

кандидат економічних наук, доцент кафедри «Економіка підприємства»  
Донецького національного технічного університету

**СЕЛЕЗНЬОВА НАДІЯ ОЛЕКСІЇВНА,**

аспірант Донецького національного технічного університету

**У статті отримало подальший розвиток використання статистичних карт контролю якості при управлінні рухом матеріального потоку в умовах машинобудівних підприємств в межах логістичної системи «постачання – виробництво – збут».**

**Ключові слова:** *карта контролю якості, управління, матеріальний потік, підприємства машинобудування, логістична система.*

**Постановка проблеми.** Сучасні підприємства машинобудівної галузі представляють собою складну соціально-економічну систему, ефективне функціонування та розвиток якої залежать від організації руху матеріального та пов'язаних з ним інформаційного і фінансового потоків. Рух матеріального потоку в межах логістичної системи «постачання – виробництво – розподіл» характеризується нерівномірністю і несинхронністю, що пояснюється різними переробними спроможностями складів при прийомі сировини та готової продукції на зберігання і цехів – при виготовленні готової продукції. Цю нерівномірність та несинхронність руху матеріального потоку до певного рівня згладжують за допомогою накопичення сировини, матеріалів та напівфабрикатів в складських приміщеннях, які виконують роль «буферних» зон. Але можливості буферних зон також обмежені і надмірне їх збільшення призводить до додаткових витрат на утримання таких зон та зберігання сировини, напівфабрикатів та готової продукції. Тому важливого значення набуває питання удосконалення управління рухом матеріального потоку в умовах машинобудівних підприємств.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання управління рухом матеріальних потоків розглядалися такими закордонними вченими, як Д. Бауерсокс, Д. Клосс, Д. Ламбер, Є. Мате, В. Дж. Расс, Дж. Р. Сток, Д. Тиксьє, Д. Уотерс, Р. Шапіро, Дж. Шерман [2, 8]. За останні роки було опубліковано цілий ряд наукових праць з проблем управління матеріальними потоками, які підготовлені вченими України, зокрема такими як І. А. Воркут, А. Г. Кальченко, Т. О. Колодизєва, Є. В. Крикавський, В. Є. Ніколайчук, М. Р. Окландер, К. М. Таньков, О. М. Тридід, а також російськими авторами – А. У Альбеков, Б. А. Анікін, А. М. Гаджинський, М. П. Гордон, С. Б. Карнаухов, І.А. Леншин, Л. Б. Міротін, О.А. Митько, Ю. М. Неруш, А. М. Родніков, А. І. Семененко, А. А. Смахов, Ю.И. Смольняков, И. Є. Ташбаєв [1, 3, 6, 7, 9-12, 14]. Але в дослідженнях цих авторів в якості критеріїв управління рухом матеріального потоку частіше за все виступають економічні показники, такі як витрати на замовлення та утримання запасів сировини, напівфабрикатів та готової продукції; витрати при простой обладнання в разі відсутності сировини; прибутковість підприємства. Особливої уваги заслуговує розгляд управління рухом матеріального потоку машинобудівного підприємства з боку контролю показників руху матеріального потоку. Це надасть можливість спостерігати за рухом матеріального потоку таким чином, щоб його можна було відрегулювати, а при необхідності усунути «вузькі місця» до виходу процесу з під контролю.

**Метою** цієї статті є управління рухом матеріального потоку машинобудівного підприємства за допомогою застосування карт контролю якості.

**Виклад основного матеріалу.** Контрольна карта представляє собою графічний засіб, який відображає хід процесу [13]. Метою застосування карт контролю якості при управлінні рухом матеріального потоку є виявлення неприродних відхилень в даних процесів, що повторюються та встановлення критеріїв для управління даними відхиленнями.

Постійне удосконалення якості продукції на всіх етапах її життєвого циклу, якості організації процесів та рівня кваліфікації персоналу, забезпечення високого рівню якості і конкурентоздатності продукції на сучасному етапі розвитку стало

можливим за рахунок впровадження на промислових підприємствах системи тотального управління якістю – Total Quality Management (TQM). Таким чином, використання контролю якості в логістичній системі за принципами TQM та підвищення якості її окремих складових, таких як виробнича логістика, дозволять постійно вдосконалювати логістичний процес за рахунок своєчасного виявлення та усунення "вузьких місць". При цьому якісне управління рухом матеріального потоку – це забезпечення необхідних умов для безперервного, синхронного та рівномірного руху елементів потоку за окремими його ділянками.

В окремих дослідженнях автори розглядають логістичну систему управління рухом матеріального потоку з точки зору післядії кожного процесу, бо зміна критеріїв якості руху кінцевого продукту це і є післядія процесів закупівлі, зберігання, виробництва, транспортування [13, с.365-443]. Нами запропоновано розглядати матеріальний потік у межах логістичної системи «постачання – виробництво – збут» як ланцюг постачань, сформований з операцій, що послідовно виконуються відповідно до технологічного процесу виробництва. Це положення дозволяє розглядати виробничий процес як динамічну категорію, які мають оцінюватись специфічними показниками, що дає можливість характеризувати не стільки кількісні параметри елементів матеріального потоку, скільки надавати їм динамічну характеристику.

Для оцінки рівня якості управління рухом матеріального потоку промислового підприємства рекомендовано використовувати наступні показники оцінки руху матеріального потоку: інтенсивність руху, коефіцієнт синхронності руху та коефіцієнт корисної дії. При дослідженні господарської діяльності машинобудівних підприємств дані показники характеризуються нестабільністю свого стану за етапами та часом просування матеріального потоку від постачальника сировини до замовника готової продукції. Так, інтенсивність матеріального потоку як один з основних показників, що характеризує динамічні властивості потоку є величиною варіативною, ступінь якої оцінюється коефіцієнтом варіації (1).

$$V_j = \frac{\sqrt{\frac{(I_j - \bar{I})^2}{n}}}{\bar{I}} \rightarrow 0, \quad (1)$$

де  $I_j$  – інтенсивність потоку на  $j$ -ому етапі логістичного процесу;

$n$  – кількість етапів логістичного процесу.

Якісне управління рухом матеріального потоку промислового підприємства досягається шляхом вирівнювання інтенсивностей його руху ( $V_j \rightarrow 0$ ), що за специфічних умов господарювання та нестійкого споживання матеріалів у виробничій діяльності промислових підприємств досягти практично неможливо. Для вирішення даної проблеми рекомендовано застосовувати наочний контроль за варіацією показників оцінки руху матеріального потоку у вигляді верхньої та нижньої меж, які використовуються в статистичних методах контролю якості.

Статистичний контроль якості управління матеріальними потоками полягає в застосуванні статистичних методів для спостереження, оцінки та покращення функціонування логістичної системи промислового підприємства таким чином, щоб можна було відрегулювати процес, а при необхідності усунути небажані відхилення або не втручатися в процес, якщо він проходить відповідним чином. Метою статистичного контролю якості управління рухом матеріального потоку є виявлення "вузьких місць" та їх усунення до того, як вони ускладнять ситуацію.

Майже кожен процес характеризується варіацією, але деякі зміни показників незначні та мало суттєві, а інші можуть значно впливати на результат. Коливання між запланованими значеннями показників та отриманими можуть бути обумовлені будь-якими причинами. Фактично можна не знати причину відхилення, разом з цим, достатньо можливості виявити це відхилення та прийняти адекватні діючі заходи щодо його усунення.

Для підвищення ступеню обґрунтованості контролю якості управління рухом матеріального потоку запропоновано використовувати карти контролю якості. Рекомендовано досліджувати оцінку якості руху матеріального потоку за аналітичним показником інтенсивності руху, а для рішення поставленої задачі використовувати контрольні карти для кількісних даних з заданими стандартними

значеннями ( $\bar{X}$ -карта). Під стандартними значеннями необхідно розуміти середні значення інтенсивностей руху матеріального потоку між стадіями виробничого процесу при виробленні готової продукції.

Для контрольних карт такого типу, які використовують кількісні дані, передбачається нормальний розподіл варіації виборки. Коефіцієнти для визначення контрольних меж встановлені за умови нормального розподілу [5].

На  $\bar{X}$ - карту наносять середні значення інтенсивностей руху матеріального потоку кожної виборки, відповідну центральну лінію та контрольні межі, що дозволяє спостерігати рівень процесу. Контрольні межі на картах контролю якості знаходяться на відстані  $3\sigma_0$  від центральної лінії, де  $\sigma_0$ - генеральне стандартне відхилення. Межі  $\pm 3\sigma_0$  вказують, що близько 99,7% значень характеристик підгруп потрапляють в ці межі за умови, що процес знаходиться під контролем. Іншими словами, присутній ризик (у розмірі 0,3%) того, що точка буде знаходитись поза контрольними межами, коли процес стабільний. Ймовірність того, що порушення контрольних меж є випадковою подією, а не реальним сигналом, вважається настільки малою, що при появі точки поза межами слід приймати певні дії. Так як дії приймаються в саме цій точці, то  $3\sigma_0$  контрольні межі іноді називають «межами дії».

Часто на контрольній карті показують межі на відстані  $2\sigma_0$ . За таких умов будь-яке вибіркоче значення, яке потрапило за межі даної зони може служити попередженням про загрозову ситуацію виходу процесу з під контролю. Тому межі  $2\sigma_0$  називають «попереджувальними».

Формули для визначення центральної лінії та контрольних меж представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Визначення центральної лінії та контрольних меж для  $\bar{X}$ -карти при заданому стандарті ( $\bar{X}, \sigma_0$ )

Центральна лінія	Верхня контрольна межа UCL	Нижня контрольна межа LCL
$\bar{X}$	$\bar{X} + A \cdot \sigma_0$	$\bar{X} - A \cdot \sigma_0$

де  $A$  – коефіцієнт для розрахунку ліній контрольних карт, приймається згідно [13].

При графічному відображенні  $\bar{X}$ -карти по горизонтальній осі будемо відкладувати номер етапу просування матеріального потоку, а по вертикальній – вибіркові середні інтенсивності руху.

Якщо точка на контрольній карті, яка відповідає вибірковому значенню контрольованої характеристики, буде знаходитись поза контрольними межами, це дає підстави вважати, що виробничий процес розладнався і управління рухом матеріального потоку знаходиться на незадовільному рівні. Але існують ще додаткові критерії оцінки якості управління рухом, які мають статистичне обґрунтування на основі нормального закону розподілу. Для цього область контрольної карта над центральною лінією та під нею умовно поділяються на 3 частини: зони А, В, С, розташування цих зон представимо в таблиці 2.

Таблиця 2

Розташування зон А, В, С в контрольних картах

Найменування зони	Розташування зони по відношенню до центральної лінії
Зона А	$2\sigma \div 3\sigma$
Зона В	$1\sigma \div 2\sigma$
Зона С	$1\sigma$

Відповідно до розташування точок на контрольній карті в певну зону можна зробити наступні висновки (таблиця 3):

Таблиця 3

Критерії інтерпретації контрольних карт оцінки якості управління рухом матеріального потоку промислового підприємства

Розташування контрольних точок	Роз'яснення ситуації
9 точок в зоні С або за її межами (з одного боку від центральної лінії)	Можлива зміна середнього значення процесу в цілому. Вказує на можливу наявність потенційних трендів. Необхідно звернути увагу на послідовні вибіркові значення зі зміною нижче середнього значення, бо саме за допомогою цих точок можна визначити джерела зниження варіації процесу

6 точок монотонного зростання або спаду, розташованих поспіль	Зсунення середнього значення процесу. Таке зсунення може бути обумовлене зносом обладнання, погіршенням технічного обслуговування обладнання, підвищенням кваліфікації робітників
14 точок поспіль, розташованих в шаховому порядку	Дія двох причин, які систематично змінюються, що призводить до отримання протилежних результатів. Може мати місце використання двох альтернативних постачальників продукції або двох можливих альтернатив впливу
2 з 3 розташованих поспіль точок попадають в зону А або виходять за її межі	Раннє попередження про серйозне розлагодження процесу. Для даного критерію ймовірність отримання помилкового рішення для $\bar{X}$ -карт складає 2%
4 з 5 розташованих поспіль точок попадають в зону В або за її межі	Даний критерій можна розглядати в якості індикатора раннього попередження процесу розладки
8 точок поспіль потрапляють в зони В, А або виходять за контрольні межі по обидві сторони від центральної лінії	Різні вибірки схильні до впливу різних факторів, в результаті чого вибіркові середні значення виявляються розподіленими за біноміальним розподілом
15 точок поспіль потрапляють в зону С (по обидві сторони від центральної лінії)	Низька мінливість у порівнянні з очікуваною

Проведемо оцінку якості руху матеріального потоку при виготовленні ріжучого інструменту інструментальним цехом ВАТ «Горлівський машинобудівник». Вибірочні середні значення інтенсивності руху матеріального потоку за стадіями виготовлення згідно з технологічною картою протяжки вагою 80,6 кг приведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Значення інтенсивностей руху матеріального потоку для дев'ятнадцяти вибірок з  $n=18$  елементів кожна

Номер виборки	Вибіркове середнє, $\bar{X}$	Номер виборки	Вибіркове середнє, $\bar{X}$
1	0,00048	11	0,0042
2	0,043	12	0,073
3	0,0049	13	0,0089

4	0,068	14	0,058
5	0,0050	15	0,0062
6	0,0043	16	0,00409
7	0,0076	17	0,031
8	0,012	18	0,038
9	0,065	19	0,0026
10	0,0027	Середнє	0,023

Для вибірки розміром  $n=18$  елементів табличні значення  $A$  будуть наступні:  
 $A=0,707$ .

Центральна лінія буде знаходитись:  $\bar{X}=0,023$ ;

Нижня контрольна межа:  $LCL=\bar{X}-A\cdot\sigma_0=0,023-0,707\cdot0,026=0,004618$ ;

Верхня контрольна межа:  $UCL=\bar{X}+A\cdot\sigma_0=0,023+0,707\cdot0,026=0,041382$ .

За отриманими даними значень центральної лінії, верхньої та нижньої контрольних меж, а також значень інтенсивностей руху матеріального потоку та зон А, В і С побудуємо графік оцінки якості руху матеріального потоку ВАТ «Горлівський машинобудівник» при виробництві ріжучого інструменту (рис. 1).

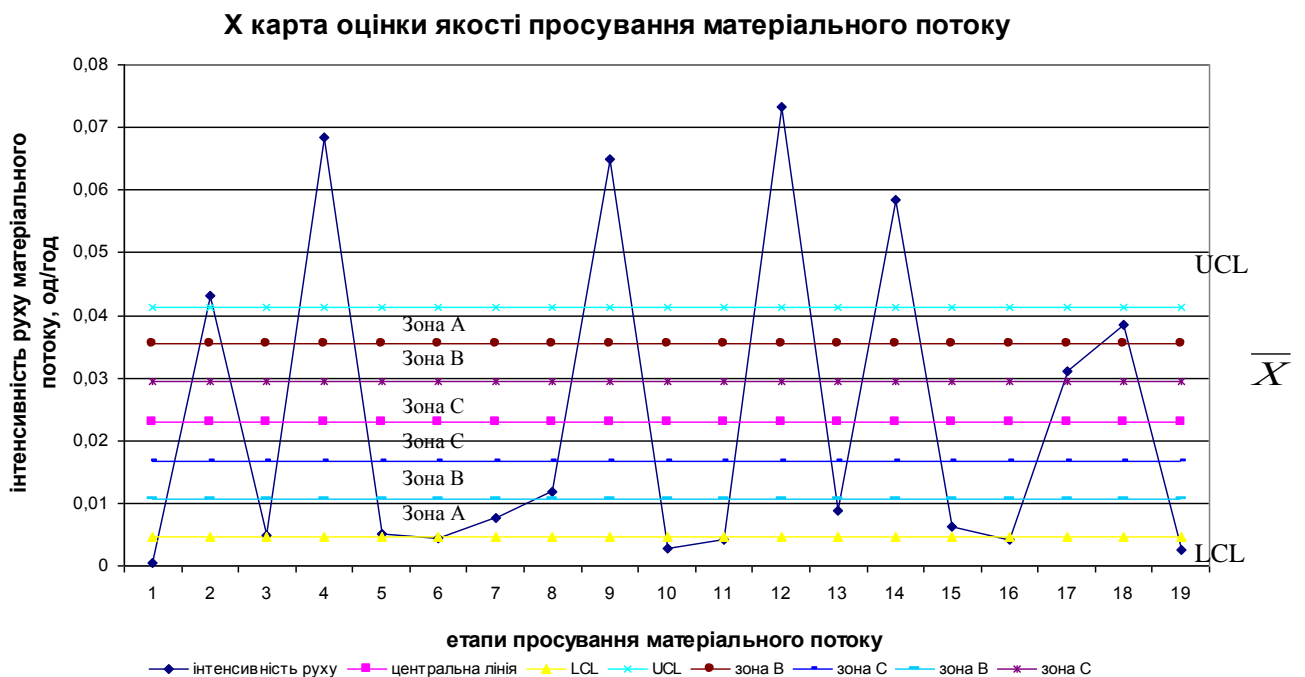


Рис. 1 – Графік оцінки якості руху матеріального потоку



За отриманою X-картою оцінки якості управління рухом матеріального потоку можна відмітити що не всі точки, нанесені на контрольну карту, знаходяться в межах нижньої та верхньої меж, що говорить про те, що процес в цілому не є контрольованим і необхідно звернути увагу на такі окремі моменти:

- 1) до зони С не потрапила жодна із точок спостереження, що свідчить про нестійкий характер процесу руху матеріального потоку, який спостерігається;
- 2) потрапляння двох точок до зони попередження (зони В) свідчить про достатню ступінь контрольованості процесу, однак створюються передумови розлагодження процесу управління (над центральною лінією – точка № 17; а під центральною лінією – точка № 8);
- 3) до зони крайнього ступеню варіації інтенсивності, що є припустимим, (зона А) потрапляють: вище центральної лінії - точка №18, нижче центральної лінії - точки №№ 3, 5, 7, 11, 13, 15. На цих етапах інтенсивність виконання операцій потенційно спрямована до виходу з під контролю, що визиває необхідність підвищення уваги до них;
- 4) етапи логістичного ланцюга № 2, 4, 9, 12, 14 знаходяться значно вище верхньої контрольної межі в зоні виходу процесу з під контролю. Це розлагодження процесу пов'язане з необґрунтованим підвищенням інтенсивності на цих операціях, що призводить до надмірного накопичення міжопераційних запасів. Тому, для усунення такої ситуації необхідно негайно приймати адекватні діючі управлінські заходи щодо тимчасового зменшення швидкості обробки елементів цього потоку;
- 5) з іншого боку, інтенсивність операцій №№ 1, 6, 10, 16, яка є незначно, але нижче контрольної межі, що потребує в'яснення причин та за необхідності залучення додаткових виробничих потужностей;
- б) шаховий порядок розташування точок вказує на відсутність синхронності на суміжних операціях, інтенсивність на яких послідовно суттєво змінюється (п'ять точок поспіль в лівій частині графіку (№№ 1-5) і п'ять точок поспіль в правій частині графіку (№№ 11-15) розташовані в шаховому порядку через одну над та під центральною лінією);

7) розташування більшості точок (12 точок з 19) нижче центральної лінії в зоні А та за її межами свідчить про тенденцію до зменшення інтенсивності руху. Але на фоні цього на окремих етапах зафіксовано різке збільшення інтенсивності руху матеріального потоку (точки №4, 9, 12, 14). Виробництво надмірних обсягів на окремих операціях не збільшує загальної швидкості руху, яка визначається швидкістю інших суміжних операцій, але й може привести до накопичення довгострокового незавершеного виробництва.

Особливої уваги заслуговують випадки розташування точок в шаховому порядку. Виходячи з технологічної облікової карти виготовлення ріжучого обладнання, особливостей технологічного процесу виробництва та пересування матеріального потоку між стадіями представимо можливі причини розташування поспіль в шаховому порядку точок №1-5, №8-10 та №11-15 з різким збільшенням інтенсивності руху в точках №№2, 4, 9, 12, 14 у вигляді таблиці 5.

Таблиця 5

№№ точок	Можливі причини становища	Способи усунення
2, 4, 9, 12, 14	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосування вузькоспеціалізованого обладнання</li> <li>2. Невелика трудомісткість виготовлення</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задіяння широкоспеціалізованого обладнання для проведення універсальних процедур</li> <li>2. Перегляд попиту на вузькоспеціалізовані товари з можливостями виробництва</li> </ol>
1, 6, 10, 16	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосування універсального застарілого обладнання</li> <li>2. Низька пропускна спроможність</li> <li>3. Понаднормовані простої в очікуванні обробки</li> <li>4. Наявність першочергових замовлень</li> <li>5. Більша трудомісткість етапу</li> <li>6. Ліміт на використання сировини</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Збільшення пропускної спроможності за рахунок: <ul style="list-style-type: none"> <li>- придбання додаткового обладнання;</li> <li>- проведення капітального ремонту та відновлення існуючого обладнання;</li> <li>- збільшення кількості працівників.</li> </ul> </li> <li>2. Раціональна організація просування матеріального потоку між стадіями виробничого циклу за рахунок впровадження системи "канбан"</li> <li>3. Розподіл сировини відповідно до надходження замовлень</li> </ol>

## Висновки:

- Таким чином, застосування саме карт контролю якості при управлінні рухом матеріального потоку машинобудівного підприємства дозволить оперативно виявити небажані відхилення значень показників оцінки руху матеріального потоку та буде сприяти розробці управлінських заходів щодо приведення процесу управління рухом до належного стану.

Впровадження рекомендованого комплексу заходів щодо контролю руху логістичного процесу на основі статистичних карт контролю якості дозволить підвищити якість управління підприємством в цілому відповідно до основних принципів провідної системи управління TQM, справедливо визнаної у всій світовій економіці.

## Література:

1. Альбеков А.У. Коммерческая логистика / А.У. Альбеков, О. А. Митько. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. – 416 с.
2. Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. /Дональд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. – М. : Олимп-Бизнес, 2006. – 640 с.
3. Гаджинский А. М. Логистика / А. М. Гаджинский – М. : Дашков и К, 2005. – 432 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Система качества. Требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 22 с.
5. Демури́н А.С. Теория управления качеством: теоретические и прикладные проблемы систем менеджмента качества процессов, продукции и услуг: монография. / А.С. Демури́н. – СПб. : СПбГИЭУ, 2006. – 345 с.
6. Кальченко А. Г. Логістика / А. Г. Кальченко. – К. : КНЕУ, 2003. – 284 с.
7. Леншин И.А. Логистика. В 2 ч.: Ч. 1. / И.А. Леншин, Ю.И. Смольняков – М. : Машиностроение, 1996. – 246 с.

8. Мате Э. Логистика / Э. Мате, Д. Тиксье / пер. с франц. под ред. Н.В. Куприенко. – СПб. : Нева, 2003. – 128 с.
9. Николайчук В.Е. Кузнецов В.Г. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция): Монография / В.Е. Николайчук, В.Г. Кузнецов. – Донецк : ДонГУ, 1999. – 413с.
10. Пономарьова Ю. В. Логістика / Ю. В. Пономарьова – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 328 с.
11. Родников А.Н. Логистика: терминологический словарь / А. Н. Родников – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с
12. Саркисов С. В. Управление логистикой / С.В. Саркисов. – М. : Дело, 2004. – 368 с.
13. Сигел Эндрю. Практическая бизнес-статистика / Сигел Эндрю. – М. : Вильямс, 2002. – 1056 с.
14. Таньков К.М. Тридід О.М., Колодизева Т.О. Виробнича логістика / К.М. Таньков, О.М. Тридід, Т.О. Колодизева. – Х. :ІНЖЕК, 2006. – 352 с.