

УДК 656:51-74

**Н. В. Халіпова**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри транспортних систем  
та технологій Університету митної справи  
та фінансів

**І. Ю. Леснікова**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри транспортних систем  
та технологій Університету митної справи  
та фінансів

**В. О. Шингур**, студент Університету  
митної справи та фінансів

### **РОЗРОБКА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТРАНСПОРТНО- ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ**

*Сформовано модель для обґрунтування ефективних заходів управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства, що передбачає впровадження та розвиток процесного підходу в діяльності компанії, подальше статистичне управління якістю процесів шляхом оцінки параметрів та їх моніторингу. Запропоновано алгоритм, в основу якого покладено застосування механізму покращання процесів на основі повного циклу Демінга (PDCA). Проведено моделювання статистичного управління якістю транспортно-логістичних процесів та запропоновано шляхи вдосконалення роботи логістичного підприємства на основі стабілізації процесів поставок.*

*Ключові слова: моделювання транспортно-логістичних процесів; статистичне управління процесами; показники якості; контрольні карти; стабілізація процесів поставок.*

*Сформирована модель для обоснования эффективных мероприятий управления качеством транспортно-логистических процессов предприятия, предусматривающая внедрение и развитие процессного подхода в деятельности компании, последующее статистическое управление качеством процессов путем оценки параметров и их мониторинга. Предложен алгоритм, в основу которого положено применение механизма улучшения процессов на основе полного цикла Деминга (PDCA). Проведено моделирование статистического управления качеством транспортно-логистических процессов, а также предложены пути совершенствования работы логистического предприятия на основе стабилизации процессов поставок.*

© Н. В. Халіпова, І. Ю. Леснікова, В. О. Шингур, 2018

---

Ключевые слова: моделирование транспортно-логистических процессов; статистическое управление процессами; показатели качества; контрольные карты; стабилизация процессов поставок.

*Formed the two-phase model for the substantiation of effective measures in quality management of transport-logistic processes of the enterprises'. The first phase involves implementation and development of the process approach in the organization. BPMS-system supports business at all stages of the formation and improvement of the process approach, continuous processes improvement mechanism allows you to develop a company management model. The use of BPMS system capabilities allows to not only collect and organize statistical information of existing business processes, but also to monitor their strict implementation. The second phase is based on the usage of the process approach and includes statistical quality management of processes by measuring and monitoring of parameters. It is expected to receive information on the variation of the process, achievement of the state of statistical stability and obtaining estimates of the process parameters in this state, with subsequent control of the stability of processes.*

*Proposed the algorithm for revealing unstable processes of the enterprise and determination of their stabilization ways based on statistical management of quality indicators and improvement of transport-logistic processes by means of control cards. The algorithm is based on the usage of a mechanism for improving processes that affects the development of the enterprise management model based on the complete Deming cycle (PDCA). The control function represents the necessary attribute of management, which allows to identify problems and adjust the organization accordingly, before these problems turn into a crisis. The control is carried out by means of preliminary analysis of executable processes.*

*For statistical management of logistics enterprise's supply processes, performed simulation using one of the Statistica software package's main modules – Industrial Statistics and Six Sigma. Simulation using control cards allowed detecting a violation of the processes stability beyond the control limits. Result of the calculations: the construction of a medium-sized map, a multidimensional flow of X-bar and R maps identified the causes of instability. The analysis allowed to suggest ways of the logistics enterprise work improvement through the stabilization of supply processes.*

*Key words: modeling of transport-logistic processes; statistical processes management; quality indicators; control maps; stabilization of supply processes.*

**Постановка проблеми.** Важливою умовою успішного розвитку сучасної економіки є виробництво конкурентних продукції та послуг, що неможливо без підвищення стандартів якості. У зв'язку з цим останнім часом

---

активно розвиваються системи, методи та інструменти менеджменту якості, розширюється сфера їх застосування. В умовах швидкого зростання на ринку кількості логістичних підприємств проблема якісного обслуговування клієнтів набуває особливої актуальності.

Визначення закономірностей ефективного функціонування логістичного підприємства ґрунтується на дослідженні великої кількості факторів і потребує застосування методів управління якістю процесів за кількісними ознаками. Використання статистичного моделювання та оптимізація ознак якості допомагає як виявляти закономірності та оцінювати рівень стабільності процесів на основі вихідної статистичної інформації, так і безпосередньо управляти якістю транспортно-логістичних процесів підприємства.

Аналіз світового досвіду впровадження систем менеджменту якості свідчить, що в сучасних умовах прискорення науково-технічного прогресу, глобалізації економіки, загострення конкуренції виробників актуальність проблем якості постійно зростає.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізу застосування статистичних методів у процесі управління якістю присвячено [1]. Методологічні принципи статистичного моделювання та прогнозування соціально-економічних явищ процесів, аналітичні можливості та межі застосування конкретних моделей наведено в праці [2].

Обґрунтування сучасних концепцій менеджменту якості, питання ефективності впровадження систем управління якістю розглянуто в [3], аналіз методів оптимізації витрат на забезпечення якості продукції, особливостей сертифікації послуг, що впливає на якість і конкурентоспроможність промислового підприємства висвітлено в підручнику [4]. Теоретичні, методичні й практичні аспекти застосування статистичних методів регулювання технологічних процесів на підприємстві наведено в дослідженні [5].

Новітні системи менеджменту якості й методи підвищення ефективності організацій на основі покращання якості, такі як система продуктивного обслуговування обладнання за участю всього персоналу (TPM), система економного виробництва (Lean Production), методологія “Шість сигм”, бенчмаркінг, реінжиніринг, реструктуризація підприємства, економіка якості, проаналізовано в [6].

Управління ланцюгом поставок являє собою комплексний і системний підхід, який потребує одночасного розгляду й обліку багатьох операцій з постачання та збуту. У [7; 8] розглянуто етапи управління ланцюгами постачання й можливості підвищення його ефективності та якості.

Різновиди управлінських інновацій, що можуть бути використані в різних підсистемах підприємства залежно від необхідності розв’язання порушених проблем та напряму інноваційного розвитку підприємства, досліджено в [9].

---

Застосування стратегічного менеджменту на основі принципів синергії, об'єктно-цільового та процесного підходів, використання яких забезпечує стійкі конкурентні переваги підприємства на ринку продукції, подано в [10].

Аналіз сучасних концепцій, методів та стратегій удосконалення управління якістю процесів свідчить про актуальність даного напрямку. Проте покращання конкурентоспроможності й здатності динамічно реагувати на вимоги ринку, ефективне використання внутрішніх ресурсів транспортно-логістичних компаній неможливе без розвитку і впровадження процесного підходу в діяльності організації та застосування методів для статистичного управління якістю поставок.

**Мета статті.** Удосконалення якості транспортно-логістичних процесів на основі розвитку процесного підходу в діяльності організації та застосування методів для статистичного управління якістю процесів. Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

- сформулювати модель для обґрунтування ефективних заходів управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства на основі застосування процесного підходу та статистичного управління якістю поставок;
- запропонувати алгоритм виконання завдань управління показниками якості транспортно-логістичних процесів підприємства;
- провести моделювання із застосуванням контрольних карт для виявлення нестабільних транспортно-логістичних процесів підприємства та запропонувати шляхи їх стабілізації.

**Виклад основного матеріалу.** Якість постачання продукції від виробників до торговельних фірм, а від них через дилерів і філії кінцевому споживачеві має особливо велике значення для підтримання іміджу торговельної компанії та задоволення вимог і потреб споживачів. Потреба організації в побудові ефективного ланцюга постачання обумовлена необхідністю доставки товару кінцевому споживачеві краще, швидше й дешевше від конкурентів [7].

#### ***Формування моделі управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства***

Пропонуємо двофазну модель для обґрунтування ефективних заходів управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства на основі застосування процесного підходу та статистичного управління якістю поставок.

*Перша фаза* включає впровадження й розвиток процесного підходу в транспортно-логістичній компанії.

Для підвищення рівня зрілості підприємств, що характеризує керованість та передбачуваність процесів, керівники впроваджують системи автоматизації діяльності компанії (бізнес-процесів, документообігу тощо). Шкала зрілості процесів визначає п'ять градацій (рис. 1) [11]. Щодо рівня зрі-

---

лості бізнес-процесів, то навіть повний опис і регламентація всіх процесів дає можливість компанії піднятися максимум до третього рівня зрілості [11–13].

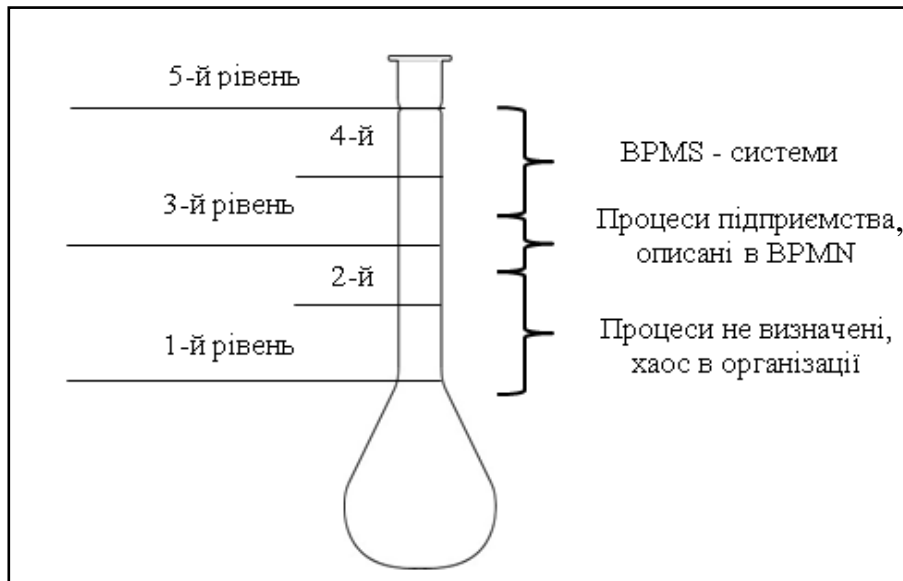


Рис. 1. Шкала рівня зрілості підприємства

Четвертий рівень передбачає, що процеси на практиці здійснюються в запропонованих рамках для досягнення певних цілей. Результати процесів збираються й аналізуються, що дозволяє зробити кількісну оцінку можливостей процесу, його прогнозування та управління продуктивністю.

Для досягнення п'ятого рівня процеси мають бути повністю визначені, їх цілі та завдання синхронізовані з загальними стратегічними цілями бізнесу, тобто вони стають невід'ємною частиною повсякденної діяльності кожного учасника процесу. Самостійне безперервне вдосконалення стає частиною процесів [11].

Ефективним засобом автоматизації бізнес-процесів є BPMS-система, яка дозволяє перейти від інструкцій до автоматичного виконання і контролю процесів, допомагає керувати ефективністю діяльності компанії. Механізм постійного поліпшення процесів дає можливість розвивати модель управління в компанії. BPMS-система дозволяє супроводжувати бізнес на всіх етапах становлення та вдосконалення процесного підходу в управлінні компанією. Але тільки за використання повного циклу Демінга “Plan-Do-Check-Act” (PDCA) в діяльності компанії слід очікувати розвитку та вдосконалення бізнесу, підвищення конкурентоздатності й управління “майбутнім” цієї компанії. Застосування можливостей BPMS-системи дозволяє не

---

тільки збирати та впорядковувати статистичну інформацію за наявних бізнес-процесів, але й контролювати чітко їх виконання [11; 12].

*Друга фаза* включає статистичне управління якістю транспортно-логістичних процесів і має два етапи: оцінка параметрів та їх моніторинг [1].

Метою першого етапу є отримання інформації про варіацію процесу, досягнення ним стану статистичної стабільності та одержання оцінок параметрів процесу в цьому стані.

Мета другого етапу – підтримка процесу в стабільному стані.

Виконання завдання статистичного управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства пропонуємо здійснювати за таким алгоритмом:

Крок 1. Визначення ключових бізнес-процесів для забезпечення успішного розвитку компанії.

Крок 2. Виявлення факторів, що впливають на якість транспортно-логістичних процесів та їх систематизація.

Крок 3. Ідентифікація основних проблем, існування яких стримує розвиток компанії.

Зручним інструментом для виявлення ключових взаємозв'язків між різними факторами в технічній, організаційній, технологічній, економічній, соціальній та інших сферах є причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікави), яка одержала назву “риб'ячий кістяк”, або “риб'яча кістка” [14]. Діаграма має структуру у вигляді “ялинки”, в якій проблемна характеристика якості є стовбуром, а основні фактори (матеріали, методи, персонал, технічні засоби), які спричиняють проблему, подані у вигляді стрілок, розташованих під нахилом від стовбура. Діаграма Ісікави допомагає виявити та систематизувати різні фактори й умови, що впливають на досліджувану проблему, краще зрозуміти досліджуваний процес. Аналіз сприяє визначенню головних чинників негативного впливу та формуванню запобіжних заходів для усунення наявних проблем.

Крок 4. Аналіз та обґрунтування застосування методів управління показниками якості транспортно-логістичних процесів підприємства на основі кількісних оцінок.

Забезпечення відповідного рівня якості товарів або послуг потребує впровадження в діяльність підприємств статистичного управління процесами. Статистичне управління процесами – заснована на статистичному оцінюванні й теорії варіабельності методологія постійного вдосконалення процесів, що використовує відповідний статистичний інструментарій збору, обробки, оцінки та аналізу даних [15].

Ефективними методами контролю якості різноманітних процесів вважаються контрольні карти Шухарта. Дані для побудови карт отримують із процесу вибірково через приблизно рівні інтервали, які можуть бути задані

або за часом (наприклад, щогодини), або за кількістю продукції (кожна партія). Карта Шухарта – це графік значень певних характеристик підгруп залежно від їх номерів (рис. 2). Центральна лінія (CL) відповідає еталонному значенню характеристики [16]. Для оцінки перебування процесу в статистично керованому стані еталонним, зазвичай, служить середнє арифметичне розглянутих даних. Карта Шухарта має дві статистичні контрольні межові лінії, що розташовані по обидва боки від центральної лінії (CL) і називаються верхньою контрольною межею (UCL) і нижньою контрольною межею (LCL).

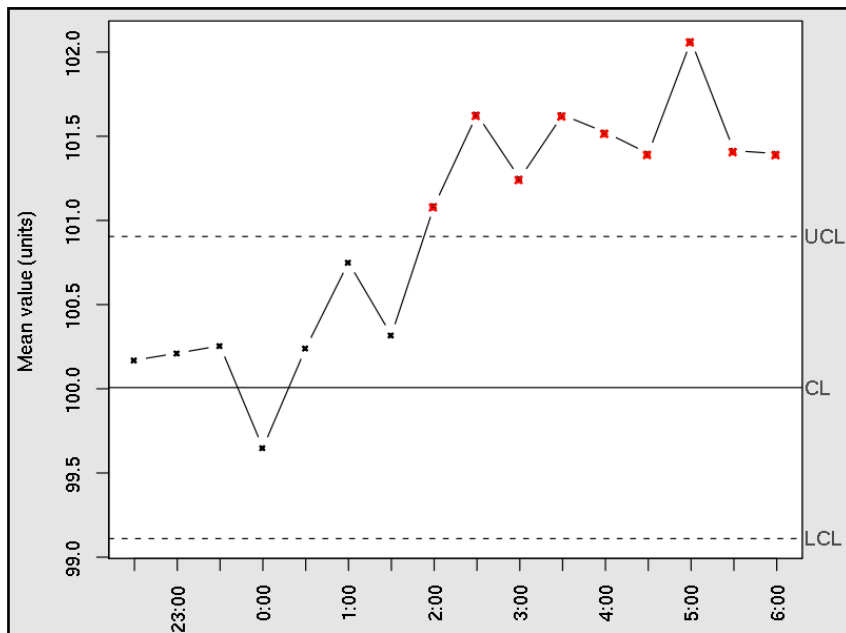


Рис. 2. Контрольні карти Шухарта

Контрольні лінії на карті Шухарта розміщено на відстані  $3\sigma$  від центральної лінії, де  $\sigma$  – генеральне стандартне відхилення. Межі  $\pm 3\sigma$  вказують, що близько 99,7 % значень характеристики підгруп потраплять у ці межі за умови, що процес перебуває в статистично керованому стані. Іншими словами, є ризик, який дорівнює приблизно 0,3 %, що нанесена точка опиниться поза контрольними межами (при стабільному процесі). Якщо процес статистично керований, контрольні карти реалізують метод безперервної статистичної перевірки нульової гіпотези про те, що процес не змінився й залишається стабільним. Коли значення параметра виходить за будь-яку з контрольних меж або серія значень виявляє незвичайні структури, стан статистичної керованості піддається сумніву. В цьому випадку потрібно

---

дослідити й виявити невідповідності (особливі) причини, а процес можна зупинити або скорегувати. Для виявлення причини відхилення досліджують вплив якості вихідного матеріалу або деталей, методів, операцій, умов проведення технологічних операцій, обладнання. Як тільки особливі причини знайдено й вилучено, процес знову готовий до продовження роботи [17]. У виробничій практиці застосовуються різні види контрольних карт. Наприклад, для контролю за кількісною ознакою показників якості процесів використовують карту середніх арифметичних і розмахів (X-R).

Крок 5. Застосування механізму покращання процесів, який впливає на розвиток моделі управління підприємством на основі повного циклу Демінга (PDCA).

Призначенням контрольних карт є подання сигналів про невідповідності, до яких можна зарахувати зсуви в рівні процесу. Спроможність контрольної карти віднаходити зміни в рівні якості визначається її операційною характеристикою [18; 19].

Цикл удосконалення якості на основі цілеспрямованого впливу на параметри процесу зображено на рис. 3 [1]. При зміні параметрів процесу впевненість у результаті змін через здійснений вплив, а не в результаті випадкової варіації через дію невідомих факторів, маємо наявності стану статистичної стабільності.

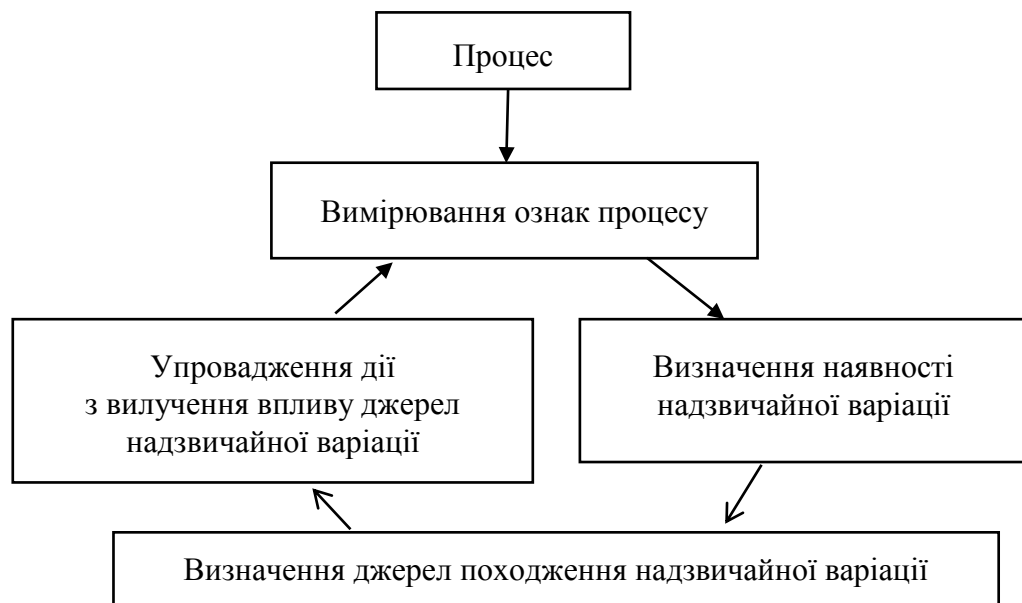


Рис. 3. Удосконалення процесів з використанням контрольних карт



---

Крок 6. Вибір інструмента для статистичного моделювання та проведення розрахунків.

Для моделювання обрано технології статистичного аналізу та обробки даних пакета програм Statistica, зокрема, модуль промислової статистики (Statistica Quality Control) та інструменти Шість сигм [20].

Крім одновимірних контрольних карт (стандартні карти Шухарта), пакет Statistica розширює можливості використання багатовимірних карт [21]. Багатовимірні карти дозволяють стежити за декількома процесами, що є надзвичайно ефективною функцією. Всі карти можуть бути побудовані як на основі наданих користувачем специфікацій, так і з використанням показників (вибіркове середнє, розмахи, частки тощо), які розраховуються з даних [22].

Використання контрольних карт дозволить виявляти нестабільні процеси транспортно-логістичних підприємств, усувати причини відхилення від норми й підвищувати якість та ефективність таких процесів. Це, зі свого боку, дає можливість підвищувати якість обслуговування клієнтів і покращувати імідж логістичного підприємства.

Крок 7. Аналіз результатів моделювання. Виявлення нестабільних процесів на логістичному підприємстві.

Крок 8. Формування пропозицій щодо покращання показників якості на основі стабілізації транспортно-логістичних процесів підприємства.

Крок 9. Перевірка ефективності заходів стабілізації процесів транспортно-логістичного підприємства за допомогою моделювання вдосконалених процесів. Якщо мети не досягнуто, переходимо до виконання кроку 8, доки процеси не стабілізуються.

#### ***Моделювання транспортно-логістичних процесів підприємства із застосуванням контрольних карт***

Розглянемо модельний приклад для вдосконалення діяльності логістичної фірми. Функція контролю дозволяє виявити проблеми шляхом попереднього аналізу та вчасного коригування виконуваних процесів, щоб уникнути кризового стану. За результатами аналізу статистики виконання завдань можна приймати управлінські рішення щодо зміни ходу виконання процесу стосовно перерозподілу функцій між співробітниками (відділами), заохочення та мотивації персоналу тощо. Починаємо моделювання з аналізу напрямів покращання процесів, що розвиває модель управління підприємством.

Проаналізуємо основні фактори, які впливають на розвиток ланцюгів постачання на логістичному підприємстві. Результати систематизації факторів подано на рис. 4.

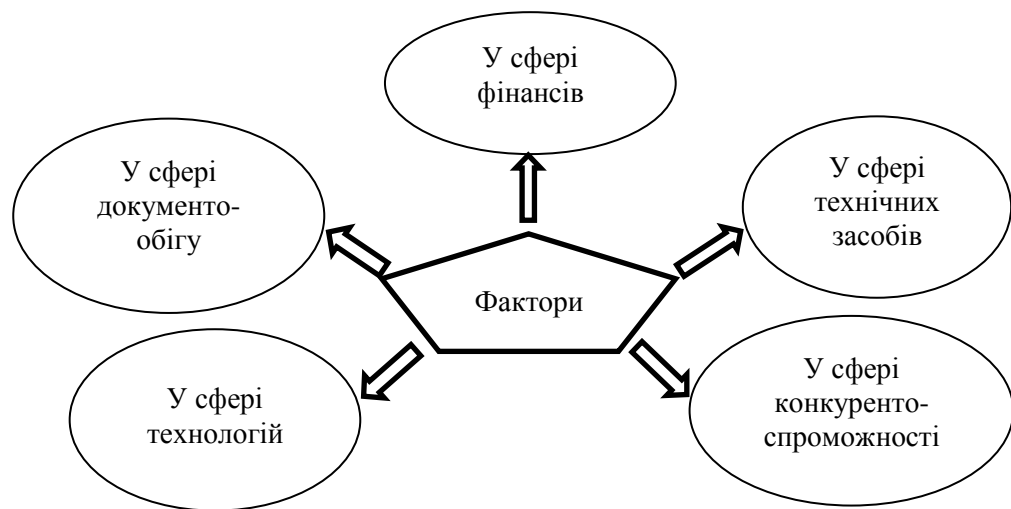


Рис. 4. Систематизація факторів, що визначають розвиток ланцюгів постачання на підприємстві

Можливі причини, що стримують розвиток підприємства, можна умовно поділити на групи:

– у сфері технологій: брак комплексного підходу до наскрізного транспортування (відсутність новітніх логістичних технологій перевезення); незадовільний наскрізний термін доставки і ритм поставок; низька надійність поставки за принципом “точно в строк”; недостатня взаємодія з органами державного контролю; низький рівень взаємодії з операторами-власниками рухомого складу [8];

– у сфері конкурентоспроможності: недостатній рівень сервісу; недостатній рівень інформаційного обміну між усіма учасниками процесу товароруку; складні митні і прикордонні процедури; відсутність наскрізної тарифної ставки;

– у сфері документообігу: відносно застаріла система ведення документації; низький рівень ознайомлення і впровадження новітніх систем електронного документообігу; великі затрати часу на заповнення паперових бланків;

– у сфері фінансів: непослідовність тарифної політики логістичного підприємства; відносно велика частка невчасно сплачених рахунків перевізників;

– у сфері технічних засобів: недостатній розвиток спеціалізованого технічного забезпечення вантажних перевезень; відсутність достатньої кількості спеціальних пунктів прийому вантажів, складів тимчасового зберігання, обладнання для завантаження-вивантаження товару.

Результати аналізу факторів, що стримують розвиток якості ланцюгів постачання, зображено за допомогою діаграми Ісікави (рис. 5).



Рис. 5. Основні причини, що стримують розвиток якості ланцюгів постачання (діаграма Ісікави)

Механізм постійного поліпшення процесів на основі впровадження BPMS-системи дозволяє не лише спостерігати статистичні дані за наявними бізнес-процесами, але й контролювати чітко їх виконання. Моніторинг процесів показує характер реалізації як поточних процесів, так і завершених або перерваних. Якщо у процесів визначені планові показники (тимчасові, технічні й т. п.), то за допомогою BPMS-системи можна відстежувати, чи досягнуто цих показників у рамках процесу, чи ні. Тобто отримується корисна інформація для прийняття правильних управлінських рішень [12].

За результатами аналізу операційних процесів логістичного підприємства (рис. 6) визначено напрями вдосконалення якості поставок. Обрані напрями, а саме забезпечення вчасної і якісної обробки заявок та доставки вантажів, виділено на схемі прямокутниками із заливкою.



Рис. 6. Операційні процеси логістичного підприємства

Моделювання проводиться на основі зібраних статистичних даних з інформаційної бази підприємства. Необхідні дані для побудови контрольних карт упорядковуємо в середовищі Excel (табл. 1). Вихідні дані є вибірками з одинадцяти окремих партій поставок вантажів по 5 серій кожна. У кожній серії представлено дані про загальну кількість рахунків, кількість невчасно сплачених рахунків та кількість невчасно опрацьованих заявок. Також наведено дані за днями тижня щодо неопрацьованих заявок.

**Фрагмент вихідних даних для побудови контрольних карт**

Партія поставок	Дата	Загальна кількість рахунків	Кількість несплачених рахунків	Кількість неопрацьованих заявок	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Н
21	01.09.2018	75	10	0	0	1	2	3	2	1	0
21	01.09.2018	68	2	1	0	0	2	0	0	0	0
21	01.09.2018	68	13	1	0	0	0	0	0	0	0
21	02.09.2018	71	3	0	0	0	0	2	2	0	0
21	02.09.2018	70	6	0	0	0	0	0	0	3	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
31	24.09.2018	72	8	0	3	0	0	0	0	2	0
31	25.09.2018	54	8	10	0	0	0	0	2	7	2
31	25.09.2018	56	13	9	0	2	0	0	0	4	6
31	26.09.2018	70	14	0	1	3	1	2	1	0	0
31	27.09.2018	68	3	0	0	0	2	1	2	0	2

Моделювання статистичного управління якістю транспортно-логістичних процесів проведено з використанням програмного пакета Statistica [20]. Вихідні дані у вікні Statistica зображено на рис. 7.

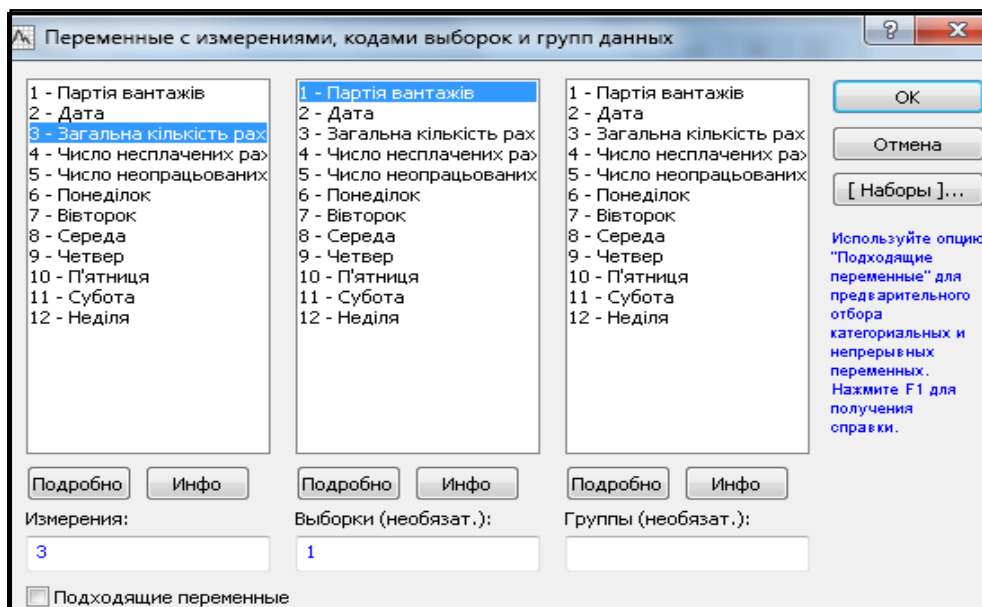


Рис. 7. Вікно змінних із вимірами, кодами вибірок і групами даних

Для проведення розрахунків файли вихідних даних імпортується в систему Statistica. Далі переходимо в меню Аналіз => Промислова статистика і Шість сигм => модуль Карти контролю якості. За допомогою контрольних карт можна виявити нестабільні процеси перевезення та усунути причини надзвичайної варіації.

Для характеристики якості процесу перевезення вантажу за вихідними даними побудовано карти Шухарта середніх значень (рис. 8) та розмахів варіації (рис. 9). Отримані діаграми використовуються для статистичного контролю стабільності досліджуваних процесів.

Перша точка на карті розмаху варіації (рис. 9) дорівнює 7. Це розмах варіації даних 21-ї партії першої вибірки, аналогічні дані подано для всіх партій перевезених вантажів.

На карті Шухарта зображено контрольні межі. Точка, що вийшла за контрольні межі, називається викидом. Це означає, що процес нестабільний, треба шукати шляхи для подолання такої ситуації та стабілізації процесу [1]. Центральна лінія та контрольні межі розраховуються таким чином: оцінюється розмах варіації  $R_k$  кожної підгрупи; потім знаходиться середній розмах варіації для всіх підгруп:

$$R = \sum R/k, \quad (1)$$

де  $k$  – кількість груп.

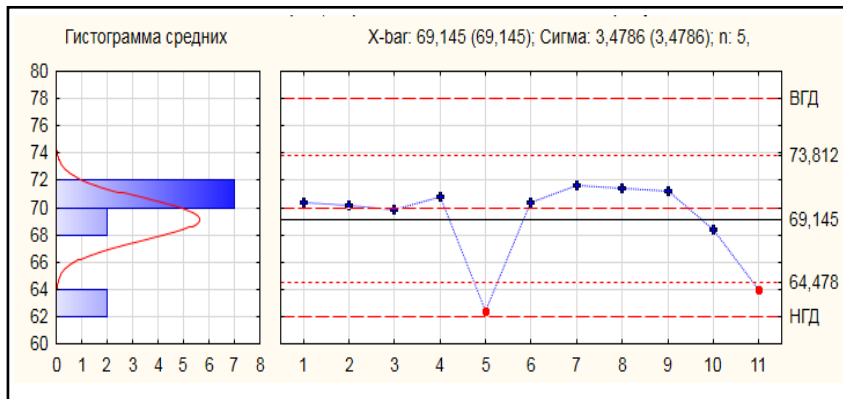


Рис. 8. Карта Шухарта середніх значень з X-bar

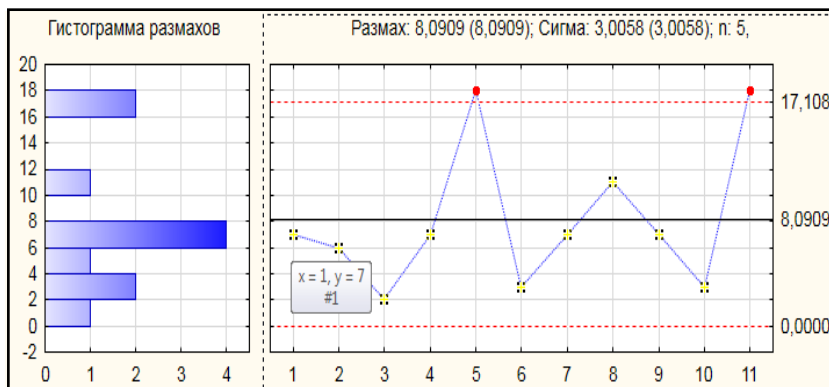


Рис. 9. Карта Шухарта розмахів варіації

Для побудови карти необхідно розрахувати центральну лінію ( $CL$ ), що відповідає еталонному значенню характеристики, а також верхню ( $UCL$ ) і нижню ( $LCL$ ) контрольні лінії контрольної карти середніх значень ( $X$ -карти), які розраховуються так:

$$CL = \bar{R}, \quad (2)$$

$$UCL = \bar{R} + 3\sigma, \quad (3)$$

$$LCL = \bar{R} - 3\sigma. \quad (4)$$

Між вибірковими розмахами і стандартним відхиленням нормального розподілу існує залежність, яка має назву відносного розмаху [22]. Параметри розподілу цієї випадкової змінної  $W = R/\sigma$  визначаються розмахом ви-

---

бірки  $n$ . Середнім значенням цієї змінної є величина  $d_2$ , а середньоквадратичним відхиленням  $d_3$ . Оскільки значення середньої величини процесу та її середньоквадратичного відхилення стандартні, параметри карти середніх значень будуть такими:

$$UCL = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

$$CL = \mu, \quad (6)$$

$$LCL = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (7)$$

де  $\mu$  – сума фіксованого середнього.

Так як  $3/\sqrt{n} = A$ , де  $A$  – множник, який визначається лише обсягом вибірки  $n$ , то параметри карти середніх із заданими значеннями матимуть такий вигляд:

$$UCL = \mu + A\sigma, \quad (8)$$

$$CL = \mu, \quad (9)$$

$$LCL = \mu - A\sigma. \quad (10)$$

Для створення карти розмахів  $R$  зі стандартними значеннями (враховуючи, що  $\sigma = R/d_2$ ), значення параметрів будуть такі:

$$UCL = d_2 + 3d_3\sigma; \quad (11)$$

$$CL = d_2; \quad (12)$$

$$LCL = d_2 - 3d_3\sigma, \quad (13)$$

де  $d_2$  і  $d_3$  – константи, що залежать лише від обсягу вибірки  $n$ .

Нехай:

$$D_1 = d_2 - 3d_3, \quad (14)$$

$$D_2 = d_2 + 3d_3. \quad (15)$$

Тоді матимемо:

$$UCL = D_2 \sigma; \quad (16)$$

$$LCL = D_1 \sigma. \quad (17)$$



---

Отримані дані зображено червоною товстою штриховою лінією (рис. 8) на карті Шухарта: центральна лінія – це номінал, знизу – нижня межа допуску, зверху – верхня межа допуску. Треба підкреслити, що межі допуску визначають факт вчасної чи невчасної доставки вантажів, а контрольні межі вираховуються зі складової процесу опрацювання нових заявок на перевезення та вчасного сплатення рахунків перевізників. Завдання контрольних меж полягає в тому, щоб показати, що на процес перевезення впливають деякі конкретні причини та зміщують його або приводять до того, що мінливість процесу стає занадто великою.

Статистичний контроль під час керування процесом застосовується для своєчасного введення коригувальних дій. Найчастіше в багатопараметричному процесі існує декілька якісних показників, які необхідно контролювати й регулювати. Побудуємо карти Хотеллінга  $T^2$  (рис. 10), що є багатовимірним аналогом карт Шухарта середніх значень і стандартних відхилень. Використовуємо дані спостережень по днях тижня. Значення  $T^2$ , які перевищують розраховані, характеризують порушення контрольних умов [20]

Аналіз розрахунку стабільності процесів перевезення, результати якого наведено на контрольних картах (рис. 8–10), свідчить, що дані на карті Шухарта середніх значень (рис. 8) вказують на те, що процес доставки вантажу погано керований, вибірккові середні значення 5 і 11-ої вибірок розташовані поза контрольними межами. Розладнання перевізного процесу засвідчує також гістограма розподілу вибірккових середніх значень (графік зліва), демонструючи явну відмінність їх розподілу від нормального. Також на карті розмахів варіації (рис. 9) спостерігаємо 2 викиди (розмах п'ятої та одинадцятої вибірок вищий від верхньої контрольної межі).

Наведений на рис. 10 багатовимірний потік відображає всі сім потоків на одній карті. Дві точки перебувають поза контрольними межами, що характеризує нестабільність процесу.

Проаналізувавши результати моделювання процесів, що характеризують якість поставки вантажу, бачимо порушення їх стабільності. Аналіз інформації щодо точок, які містяться поза контрольними межами, засвідчив, що дні спостережень припадають на вихідні. Тому частина рахунків невчасно сплачується, що призводить до невчасної доставки вантажів.

Побудовані карти Хотеллінга  $T^2$  вказують на те, що процес став статистично некерованим ще й з іншої причини. Найбільша кількість неопрацьованих заявок припадала на вихідні дні. Через очікування своєї черги на опрацювання заявок виникають затримки щодо оплати рахунків і вчасного перевезення вантажу. Це впливає не лише на якість перевезення, але й на репутацію компанії. Щоб усунути зазначені проблеми, компанія залучила до роботи співробітника для опрацювання таких заявок у вихідні. Після опрацювання заявок, які надійшли у вихідні, процес стабілізується (рис. 11–13).

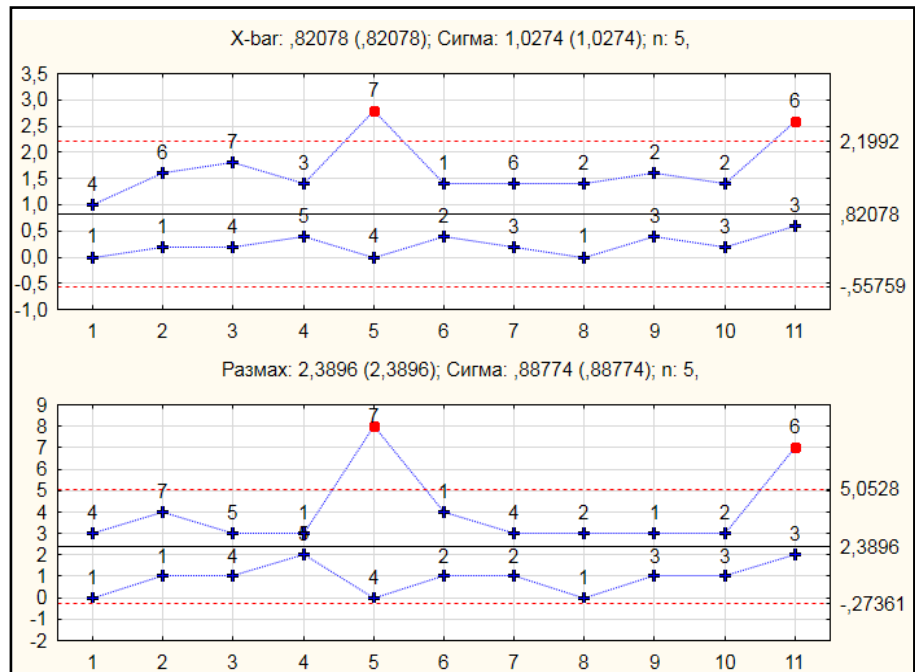


Рис. 10. Багатовимірний потік з X-bar і R-картами

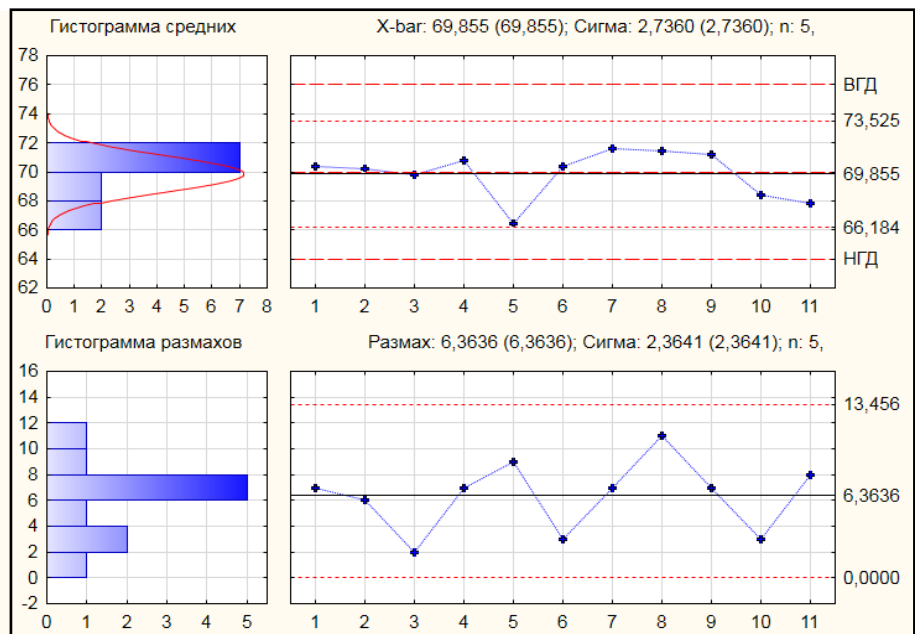


Рис. 11. Карти Шухарта для вдосконаленого процесу

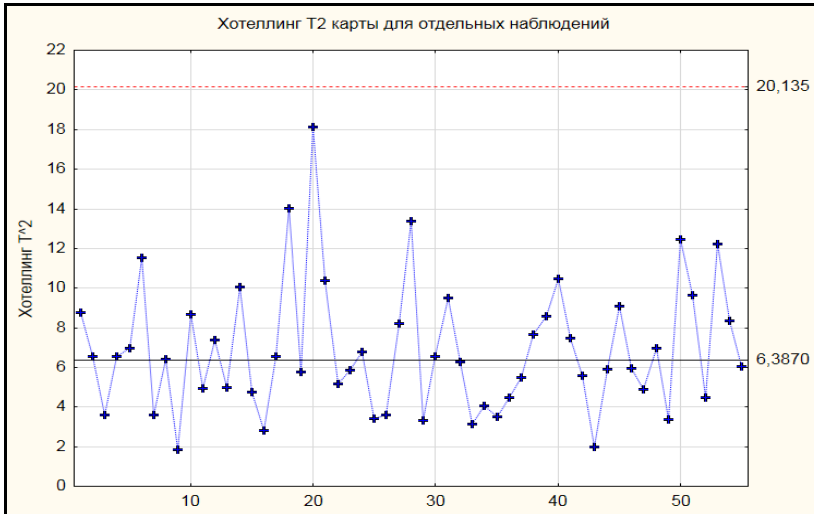


Рис. 12. Карта Хотеллінга  $T^2$  для окремих спостережень удосконаленого процесу

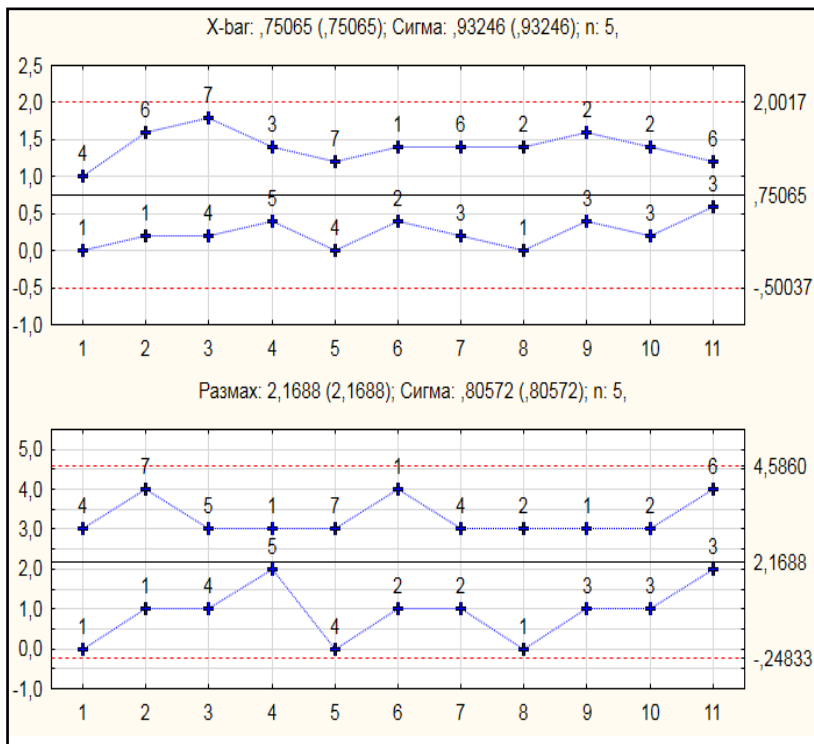


Рис. 13. Багатовимірний потік з X-bar та R-картами вдосконаленого процесу

Аналіз контрольних карт показує, що процес стає статистично стабільним.

---

**Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Сформовано двофазну модель для обґрунтування ефективних заходів управління якістю транспортно-логістичних процесів підприємства. Перша фаза передбачає впровадження та розвиток процесного підходу в організації. Супроводжувати бізнес на всіх етапах становлення та вдосконалення процесного підходу дозволяє BPMS-система, механізм постійного поліпшення процесів якої дає можливість розвивати модель управління в компанії. Застосування можливостей BPMS-системи дає можливість не лише збирати й упорядковувати статистичну інформацію за наявними бізнес-процесами, але й контролювати чітко їх виконання. Друга фаза ґрунтується на застосуванні процесного підходу та включає статистичне управління якістю процесів шляхом оцінки параметрів і їх моніторингу. Передбачається отримання інформації про варіацію процесу, досягнення стану його статистичної стабільності й одержання оцінок параметрів у цьому стані з подальшим контролюванням стабільності цих процесів.

Запропоновано алгоритм для виявлення нестабільних процесів підприємства й визначення шляхів їх стабілізації на основі статистичного управління показниками якості та вдосконалення транспортно-логістичних процесів за допомогою контрольних карт. В основу алгоритму покладено застосування механізму покращання процесів, який впливає на розвиток моделі управління підприємством на основі повного циклу Демінга (PDCA). Функція контролю – необхідний атрибут управління, який дає можливість виявити проблеми і скорегувати відповідно діяльність організації до того, як ці проблеми переростуть у кризу. Контроль здійснюється за допомогою попереднього аналізу виконуваних процесів.

Для статистичного управління процесами поставок логістичного підприємства проведено моделювання з використанням одного з головних модулів програмного пакета Statistica – промислова статистика та Шість сигм. На основі проведених розрахунків побудовано карти Шухарта середніх значень та розмахів варіації, карти багатовимірною потоку Хотеллінга  $T^2$ . Моделювання із застосуванням контрольних карт дозволило виявити порушення стабільності процесів. На основі проведеного аналізу запропоновано шляхи стабілізації процесів поставок для вдосконалення діяльності логістичного підприємства.

Такий підхід сприятиме прийняттю ключових для успіху підприємства управлінських рішень. Результати можуть бути використані для подальших досліджень у напрямі вдосконалення якості роботи логістичних підприємств.

#### **Список використаних джерел:**

1. Чорний А. Ю., Захожай В. Б. Статистика якості. Київ : МАУП, 2011. 263 с.

- 
2. *Єріна А. М.* Статистичне моделювання та прогнозування. Київ : КНЕУ, 2001. 172 с.
  3. *Беляев С. Ю., Забродин Ю. Н., Шапиро В. Д.* Управление качеством. Москва : Омега-Л, 2014. 381 с.
  4. *Глухов В. В., Гасюк Д. П.* Управление качеством : учебник. Москва : Омега-Л, 2005. 321 с.
  5. *Ефимов В. В., Барт Т. В.* Статистические методы в управлении качеством продукции. Москва : КНОРУС, 2006. 147 с.
  6. *Кане М. М., Иванов Б. В., Корешков В. Н., Схиртлатзе А. Г.* Системы, методы и инструменты менеджмента качества : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 560 с.
  7. *Овчаренко Г. С., Рудківський О. А.* Управління ланцюгами постачання підприємства на основі системи SCM. Київ : КНЕУ, 2011. 145 с.
  8. *Костюк О. С.* Стратегічне управління ланцюгом поставок. Київ : МАУП, 2006. 56 с.
  9. *Шацька З. Я.* Управлінські інновації в системі підприємства // Актуальні проблеми економіки. 2012. № 1. С. 176–182.
  10. *Ігнат'єва І. А.* Стратегічний менеджмент. Київ : Каравелла, 2018. 464 с.
  11. Практический курс BPMN / сайт компанії ELMA. URL: [https://www.elma-bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT\\_ID=2900](https://www.elma-bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT_ID=2900)
  12. Сайт компанії ELMA. URL: <https://www.elma-bpm.ru>
  13. *Халіпова Н. В.* Щодо формування культури використання передових технологій управління компанією на основі автоматизованих бізнес-процесів // Формування сучасної моделі управління та підвищення якості менеджменту в системі вищої освіти : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро: УМСФ, 2018. С. 224–226.
  14. *Исикава К.* Японские методы управления качеством. Москва : Экономика, 1988. 215 с.
  15. *Казинцев В. А.* Шесть Сигм в России. Методика снижения потерь, дефектов, издержек. Киев : Основа, 2009. 368 с.
  16. *Николаева Э. К.* Семь инструментов качества в японской экономике. Москва : Издательство стандартов, 1990. 88 с.
  17. *Бичківський Р. В., Столярчук П. Г., Сопільник Л. І., Каменський О. О.* Управління якістю. Сертифікація. Київ : Школа, 2005. 432 с.
  18. Контрольные карты. Контроль качества по непрерывному признаку / сайт Statistica. URL: <http://statistica.ru/local-portals/quality-control/kontrolnye-karty>
  19. Карты контроля качества / сайт StatSoft. URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stquacon.html>

---

20. Боровиков В. П. *Statistica: искусство анализа данных на компьютере* / 2-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 688 с.

21. Карты контроля качества. Многомерные карты / сайт StatSoft. URL: [http://statsoft.ru/products/STATISTICA\\_QC/qcc.php](http://statsoft.ru/products/STATISTICA_QC/qcc.php)

22. ДСТУ ISO 8258-2001. Статистичний контроль. Контрольні карти Шу-харта : національний стандарт України. URL: [http:// dnaop.com/html/34003/doc-ДСТУ\\_ISO\\_8258-2001](http://dnaop.com/html/34003/doc-ДСТУ_ISO_8258-2001)

#### References:

1. Chornyj A. Yu. and Zaxozhaj V. B. (2011), *Statystyka yakosti* [Quality statistics], Press MAUP, Kyiv, 263 p. [Ukraine].

2. Yerina A. M. (2001), *Statystychne modelyuvannya ta prohnozuvannya* [Statistical modeling and forecasting]. Press KNEU, Kyiv, 172 p. [Ukraine].

3. Belyaev S. Yu., Zabrodin Yu. N. and Shapiro V. D. (2014), *Upravlenie kachestvom* [Quality control], Press Omega-L, Moscow, 381 p. [Russia].

4. Gluhov V. V. and Gasyuk D. P. (2005), *Upravlenie kachestvom* [Quality control], Tutorial, Press Omega-L, Moscow, 321 p. [Russia].

5. Efimov V. V. and Bart T. V. (2006), *Statisticheskie metody v upravlenii kachestvom produkcii* [Statistical methods in product quality management], Press KNORUS, Moscow, 147 p. [Russia].

6. Kane M. M., Ivanov B. V., Koreshkov V. N. and Shirlatze A. G. (2008), *Sistemy, metody i instrumenty menedzhmenta kachestva* [Quality management systems, methods and tools], Tutorial, Press Piter, Sankt-Peterburg, 560 p. [Russia].

7. Ovcharenko G. S. and Rudkiv's'kyj O. A. (2011), *Upravlinnya lantsyuhamy postachannya pidpryyemstva na osnovi systemy SCM* [Management of the supply chain of the enterprise based on the SCM system], Press KNEU, Kyiv, 145 p. [Ukraine].

8. Kostyuk O. S. (2006), *Strategichne upravlinnya lancyugom postavok* [Strategic management of the supply chain], Press MAUP, Kyiv, 56 p. [Ukraine].

9. Shacz'ka Z. Ya. (2012), "Upravlinski innovatsiyi v systemi pidpryyemstva" ["Administrative innovations in the enterprise system"], journal *Aktual'ni problemy ekonomiky* [Current problems of the economy], vol. 1, pp. 176–182 [Ukraine].

10. Ignat'yeva I. A. (2018), *Strategichnyj menedzhment* [Strategic management], Press Karavella, Kyiv, 464 p. [Ukraine].

11. *Prakticheskij kurs BPMN* [BPMN practical course], ELMA company site, available at: [https://www.elma-bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT\\_ID=2900](https://www.elma-bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT_ID=2900) [Russia].

12. Sajt kompanii ELMA, ELMA company site, available at: <https://www.elma-bpm.ru> [Russia].

---

13. Xalipova N. V. (2018), “*Shhodo formuvannya kultury vykorystannya peredovyx texnologij upravlinnya kompaniyeyu na osnovi avtomatyzovanyx biznes-procesiv*” [“Concerning the formation of the culture of using advanced technologies of company management on the basis of automated business processes”] // Materials of the International Practical Conference “*Formuvannya suchasnoyi modeli upravlinnya ta pidvyshhennya yakosti menedzhmentu v systemi vyshhoyi osvity*” [“Formation of a modern management model and improvement of management quality in the system of higher education”], Press UMSF, Dnipro, pp. 224–226 [Ukraine].

14. Isikava K. (1988), *Yaponskie metody upravleniya kachestvom* [Japanese quality management methods], Press Ekonomika, Moscow, 215 p. [Russia].

15. Kazincev V. A. (2009), *Shest' Sigm v Rossii. Metodika snizheniya poter', defektov, izderzhek* [Six Sigma in Russia. Methods of reducing losses, defects, costs], Press Osnova, Kyiv, 368 p. [Ukraine].

16. Nikolaeva Eh. K. (1990), *Sem' instrumentov kachestva v yaponskoj ehkonomike* [Seven quality tools in the Japanese economy], Press Izdatel'stvo standartov, Moscow, 88 p. [Russia].

17. Bychkivskiy R. V., Stoliarchuk P. H., Sopilnyk L. I. and Kalynskiy O. O. (2005), *Upravlinnya yakistyu. Sertyfikaciya* [Quality management. Certification], Tutorial, Press Shkola, Kyiv, 432 p. [Ukraine].

18. *Kontrol'nye karty. Kontrol' kachestva po nepreryvnomu priznaku* [Control charts. Continuous quality control] / Statistica site, available at: <http://statistica.ru/local-portals/quality-control/kontrolnye-karty> [Russia].

19. *Karty kontrolya kachestva* [Quality control cards] / StatSoft site, available at: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stquacon.html> [Russia].

20. Borovikov V. P. (2003), *Statistitica: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere* [Statistitica : art of analyzing data on a computer], Press Piter, Sankt-Peterburg, 688 p. [Russia].

21. *Karty kontrolya kachestva. Mnogomernye karty* [Quality control cards. Multidimensional maps] / StatSoft site, available at: [http://statsoft.ru/products/STATISTICA\\_QC/qcc.php](http://statsoft.ru/products/STATISTICA_QC/qcc.php) [Russia].

22. DSTU ISO 8258-2001. *Statystychnyj control'. Kontrol'ni karty Shuxarta : Nacional'nyj standart Ukrayiny* [DSTU ISO 8258-2001. Statistical control. Shukhart control Cards: National Standard of Ukraine], available at: [http://dnaop.com/html/34003/doc-ДСТУ\\_ISO\\_8258-2001](http://dnaop.com/html/34003/doc-ДСТУ_ISO_8258-2001) [Ukraine].