

УДК 656.027:658.715:656.025:338.984

DOI: 10.31891/2307-5740-2021-294-3-14

МАСЛАК О. І.

ORCID ID: 0000-0001-6793-4367

e-mail: oimaslak2017@gmail.com

НІКІТЮК В. Г.

ORCID ID: 0000-0001-7937-7334

e-mail: nikityuk\_sha@ukr.net

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Цінність логістичного підходу до управління міститься в об'єднанні в єдиний ланцюг сфери закупки сировини, зберігання, виробництва, транспортування та збуту готової продукції, тобто створення логістичної системи. Метою наукового дослідження є обґрунтування сутності надійності логістичної системи машинобудівного підприємства та розроблення методики її оцінювання. Досліджено дефініції «надійність логістичного ланцюга» та «надійність логістичної системи машинобудівного підприємства» та узагальнено термінологію наведених дефініцій. Встановлено фактори впливу на надійність логістичного ланцюга, а саме: економічних, організаційних, технологічних та фізичних. Запропоновано методику оцінювання надійності логістичного ланцюга та логістичної системи машинобудівного підприємства. Сформовано складові надійності логістичної системи машинобудівного підприємства – закупівля сировини та матеріалів, складування матеріальних ресурсів, управління запасами, виробництво готової продукції, транспортування, збут готової продукції. Запропоновано показники, які входять до складу надійності логістичної системи машинобудівного підприємства. Визначено сутність управління надійністю логістичної системи машинобудівного підприємства та побудовано його алгоритм. Систематизовано найбільш розповсюджені методи підвищення надійності ланцюгів поставок (логістичних систем). Наведено заходи поліпшення показників надійності логістичної системи машинобудівного підприємства. Надійність логістичної системи машинобудівного підприємства є показником здатності системи зберігати свої властивості на заданому рівні впродовж певного проміжку часу при встановлених умовах функціонування. Для підвищення надійності логістичної системи машинобудівного підприємства необхідно виявлення в системі «слабких» ланок, які потребують виявлення резервів та їх використання, що призведе до підвищення надійності функціонування логістичної системи машинобудівного підприємства в цілому.

Ключові слова: логістична система; логістична система; надійність; машинобудівне підприємство; управління.

OLGA MASLAK, VITALII NIKITIUK

Kremenchug National University named after Mykhailo Ostrogradsky

## RESEARCH OF THE METHODS OF ASSESSING THE RELIABILITY OF THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE'S LOGISTICS SYSTEM

The value of the logistics approach to management lies in the integration into a single chain of procurement, storage, production, transportation and marketing of finished products, namely the logistics system creation.

The purpose of scientific research is to substantiate the essence of the reliability of the logistics system of the machine-building enterprise and to develop methods for its evaluation.

The definitions "reliability of the logistics chain" and "reliability of the logistics system of the machine-building enterprise" are investigated and the terminology of the given definitions is generalized. Factors influencing the reliability of the logistics chain, namely: economic, organizational, technological and physical. A method for assessing the reliability of the logistics chain and logistics system of a machine-building enterprise is proposed. The components of reliability of the logistics system of the machine-building enterprise are formed - purchase of raw materials, storage of material resources, stock management, production of finished products, transportation, sale of finished products. The indicators which are a part of reliability of logistic system of the machine-building enterprise are offered. The essence of management of reliability of logistic system of the machine - building enterprise is defined and its algorithm is constructed. The most common methods of increasing the reliability of supply chains (logistics systems) are systematized. Measures to improve the reliability of the logistics system of the machine-building enterprise are presented. The reliability of the logistics system of a machine-building enterprise is an indicator of the ability of the system to maintain its properties at a given level for a certain period of time under established operating conditions. To increase the reliability of the logistics system of the machine-building enterprise, it is necessary to identify "weak" links in the system that require identification of reserves and their use, which will increase the logistics system reliability of the machine-building enterprise as a whole.

Keywords: logistics system; reliability; machine-building enterprise; management.

### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Розвиток та продуктивність всіх без виключення національних економік залежить від якісної системи організації виробництва, формування та використання ресурсів, забезпечення їх оптимальних пропорцій та задоволення вимог споживачів продукції, що зумовило пришвидшення впровадження та постійного удосконалення й адаптування до умов зовнішнього оточення інструментарію логістичного управління на всіх рівнях.

Передумовами розвитку логістичних підходів до управління підприємствами, характерними для України, є: глобалізація ринків збуту; розвиток транснаціональних логістичних систем та логістичних

асоціацій; зростання витрат на перевезення; посилення конкуренції підприємств на ринку як серед вітчизняних, так і закордонних підприємств; зміщення акцентів з ринку продавця на ринок покупця; зростання витрат на розробку та виготовлення нових продуктів; впровадження й удосконалення інформаційних технологій; розповсюдження логістичної концепції управління вітчизняними підприємствами тощо [1-2].

Цінність логістичного підходу до управління міститься в об'єднанні в єдиний ланцюг сфери закупки сировини, зберігання, виробництва, транспортування та збуту готової продукції, тобто створення логістичної системи. Будь-яка логістична система складається з ланок, через які проходять потоки в процесі перетворення сировини в готову продукцію, пов'язаних між собою функціональними зв'язками. Доцільно зазначити, що кожна ланка логістичної системи виконує конкретне завдання, властиве лише їй, але в сукупності вони працюють на загальну мету системи.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Як і будь-яка система, логістична система характеризується певними показниками функціонування, до яких науковці [3-4] відносять безвідмовність, якість, результативність та надійність. Цікавим є той факт, що промислові фірми Японії зменшують витрат на 15-17% завдяки забезпеченню надійності логістичної системи [5].

Методам оцінки і підвищення надійності ланцюгів поставок та логістичних систем приділялася увага в роботах Б. К. Плоткіна [6-7], А. А. Канке і І. П. Кошевої [8], Б. А. Анікіна [9], В. І. Сергєєва [10] та багатьох інших науковців.

Розвиток ринкової економіки, формування нових економічних зв'язків та процесних моделей управління зумовлюють домінування послуг над продукцією, а їх якість оцінюється за допомогою кількісних показників, що відображені в міжнародному стандарті ІЕС 60050(191):1990-12 «Dependability and quality of service, NEQ» [11].

#### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття**

Незважаючи на те, що питанням надійності ланцюгів поставок присвячена низка праць зарубіжних та вітчизняних науковців [12-14], існує низка теоретичних і практичних аспектів надійності ланцюгів поставок, які ще невирішені.

До невирішених проблем, на нашу думку, можна віднести проблему визначення дефініцій «надійність логістичного ланцюга» та «надійність логістичної системи»; класифікації методів і моделей оцінювання надійності логістичних систем, які входять до складу ланцюга поставок; розроблення методу оцінювання надійності логістичного ланцюга та логістичної системи.

#### **Формулювання цілей статті**

**Мета статті** є обґрунтування сутності надійності логістичної системи машинобудівного підприємства та розроблення методики її оцінювання.

#### **Виклад основного матеріалу**

Традиційно під надійністю системи розуміють ймовірність здатності системи при функціонуванні в заданих умовах задовільно виконувати необхідні функції протягом встановленого проміжку часу [11].

На думку Сергєєва В. І. [10], надійність ланцюга поставок – це часовий показник якості роботи ланцюга поставок, пов'язаний з ймовірністю безвідмовного нормального його функціонування (в заданих умовах роботи) з урахуванням впливу зовнішнього середовища.

Некрасов О. Г. [15] дотримується думки, що надійність ланцюга поставок являє собою його властивість зберігати в установлених межах значення всіх своїх характеристик і елементів (безвідмовності, довговічності, відновлюваність, зберігання), які характеризують здатність ланцюга виконувати всі свої функції відповідно до умов договорів між її учасниками.

Гуд Г. Х. і Маколей Р. Е. [16] визначають надійність як ймовірність того, що система буде виконувати своє призначення за певних умов протягом необхідного часу.

Узагальнюючи думки науковців, авторами запропоновано під надійністю логістичного ланцюга розуміти здатність логістичних систем, які входять до його складу, функціонувати та задовільно виконувати функції впродовж встановленого проміжку часу в звичайному режимі в разі впливу дестабілізуючих факторів оточуючого середовища в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і визначених умовах функціонування. Отже, надійність логістичної системи – це показник її здатності зберігати властивості (безвідмовності) на заданому рівні протягом фіксованого проміжку часу за певних умов функціонування.

Надійністю логістичного ланцюга визначається його економічна безпека в межах припустимого ризику, який доцільно розраховувати статистичними методами, що забезпечить стабільність процесів у логістичних ланцюгах, його стійку динамічну рівновагу ланцюга в мінливих умовах зовнішнього середовища.

На підставі проведеного нами анкетування експертів визначено, що на надійність ланцюгів поставок впливають такі групи факторів (рис. 1):

- фізичні (розкрадання майна, низька якість сировини і матеріалів, аварії та поломки транспортних засобів, обладнання машинобудівного підприємства та ін.);
- економічні (неточність і недостовірність прогнозного попиту на продукцію машинобудівних

підприємств, зрив поставки сировини і матеріалів, поставка неякісних ресурсів, відсутність коштів на закупівлю сировини, зростання цін на матеріальні ресурси та ін.);

- технологічні (зниження пропускної здатності ланок логістичної системи, технічна неможливість виробництва готової продукції, відмова обладнання; порушення технології виробництва, зберігання і транспортування; фізичний знос виробничого обладнання, транспортних засобів, складського обладнання; недотримання технології виробництва, зберігання, транспортування тощо);

- організаційні (неефективність збутової діяльності; відсутність системи контролю якості та моніторингу ланцюга поставок; помилки у виборі посередників; неефективне управління запасами і ін.).

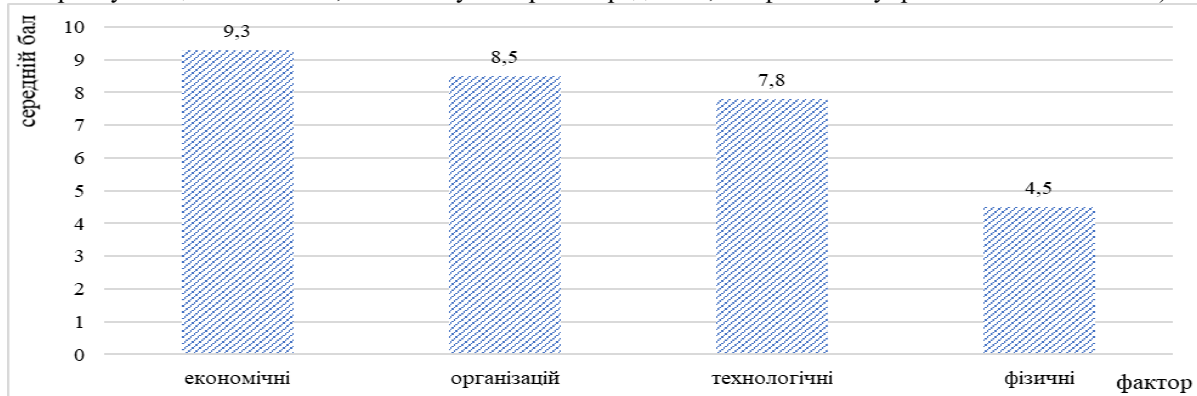


Рис. 1. Розподіл факторів впливу на надійність логістичного ланцюга

Як видно з наведеного рисунка, найбільший вплив мають економічні (9,3 бали) та організаційні (8,5 балів) фактори.

Доцільно зазначити, що логістичний ланцюг складається з низки логістичних систем, до складу якої, в свою чергу, входить ділянка ланок. Так, логістична система машинобудівного підприємства складається з  $m$  ланок, кожна з якої характеризується своєю надійністю  $N$  (рис. 2).

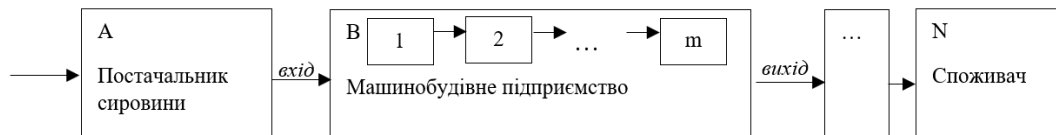


Рис. 2. Приклад складу логістичного ланцюга

де  $A, B \dots N$  – логістична система, які беруть участь в логістичному ланцюзі;  $1, 2 \dots m$  – елементи логістичної системи

Запропонована модель логістичної системи машинобудівного підприємства являє собою поєднання окремих ланок, які виконують певні процеси, що забезпечують функціонування машинобудівного підприємства. При цьому вихід однієї ланки є входом іншої.

Результатом функціонування логістичного ланцюга (логістичної системи) є своєчасне забезпечення кінцевого споживача потрібною продукцією відповідної якості в потрібному обсязі з урахуванням вимог кожного споживача.

Доцільно зазначити, що при відмові функціонування однієї з ланок логістичної системи вся логістична система виходить з ладу, тому надійність логістичної системи машинобудівного підприємства доцільно представити у вигляді схеми:

$$N^t = N_1^t \cdot N_2^t \cdot \dots \cdot N_m^t, \quad (1)$$

де  $N^t$  – надійність логістичної системи машинобудівного підприємства в  $t$ -ий період часу;

$N_1^t, N_2^t, \dots, N_m^t$  – надійність  $i$ -ої ланки логістичної системи машинобудівного підприємства в  $t$ -ий період часу.

У загальному вигляді імовірність надійного функціонування логістичної системи машинобудівного підприємства можна представити таким чином:

$$N_n^t = \prod_{i=1}^m N_i^t, \quad (2)$$

де  $N_i^t$  – імовірність надійного функціонування  $i$ -ої ланки  $n$ -ої логістичної системи в  $t$ -ий період часу;  $m$  – кількість ланок логістичної системи машинобудівного підприємства.

Надійність логістичної системи визначається імовірнісними показниками, що характеризують її реакцію на відмову події, що полягає в порушенні працездатності системи внаслідок раптових або поступових

змін її параметрів. Як показник надійності зазвичай використовують ймовірність безвідмовної роботи або середній час безвідмовної роботи.

Надійність логістичної системи машинобудівного підприємства запропоновано визначити надійністю її основних компонентів (закупівля, виробництво, складування, управління запасами, транспортування, збут) та потоків (фінансові, сервісні та інформаційні), а також надійністю готової продукції, трудових ресурсів, бізнес-процесів, систем планування і проєктування, організаційної культури, систем мотивації та контролю (оперативного і стратегічного контролінгу), виконання функцій та стандартів.

На підставі проведених досліджень авторами сформовано перелік показників, які визначають надійність ланок логістичної системи машинобудівного підприємства, а саме:

- закупівля сировини і матеріалів,
- виробництво готової продукції,
- складування матеріальних ресурсів,
- управління запасами,
- транспортування,
- збут готової продукції (рис. 3).



Рис. 3 Сформовані складові надійності логістичної системи машинобудівного підприємства

Наведем приклад розрахунку надійності логістичної системи для машинобудівного підприємства (в умовах конфіденційності позначимо підприємство «А»):

1) розрахунок ймовірності безвідмовного функціонування ланок логістичної системи:

- закупівля сировини і матеріалів:  $P_{\text{зак}} = 1 - (1 - 0,91) \cdot (1 - 0,87) \cdot (1 - 0,95) = 0,999$ ;

- виробництво готової продукції:  $P_{\text{вир}} = 0,974$ ;

- складування матеріальних ресурсів:  $P_{\text{скл}} = 0,876$ ;

- управління запасами:  $P_{\text{зап}} = 0,842$ ;

- транспортування:  $P_{\text{тр}} = 0,798$ ;

- збут готової продукції:  $P_{\text{зб}} = 0,829$ ;

2) розрахунок надійності логістичної системи:

$$N_n^t = \prod_{i=1}^6 N_i^t = 0,999 \cdot 0,974 \cdot 0,876 \cdot 0,842 \cdot 0,798 \cdot 0,829 = 0,474, \quad (3)$$

3) розрахунок ймовірності безвідмовності логістичної системи:

$$\overline{N}^t = 1 - N_n^t = 1 - 0,474 = 0,526. \quad (4)$$

Ймовірність безвідмовності логістичної системи повинна бути максимально наближена до 1, тоді можна вважати, що ланки логістичної системи або вся логістична система функціонують максимально надійно. Але, слід пам'ятати, що складові надійності можуть прагнути до оптимальних значень, але це значно збільшить вартість готової продукції та наданих послуг і може призвести до неузгодженості дій ланок системи.

Крім того, кожна логістична система в ході функціонування схильна до впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, це зумовлює необхідність розробки підходів до управління її надійністю.

Під управлінням надійністю логістичної системи машинобудівного підприємства нами запропоновано розуміти вибір інструменту (або методу підвищення надійності), що дозволяє в конкретних умовах досягти поставленої мети конкретного бізнес-процесу.

Алгоритм управління надійністю логістичної системи машинобудівного підприємства наведено на рис. 4.

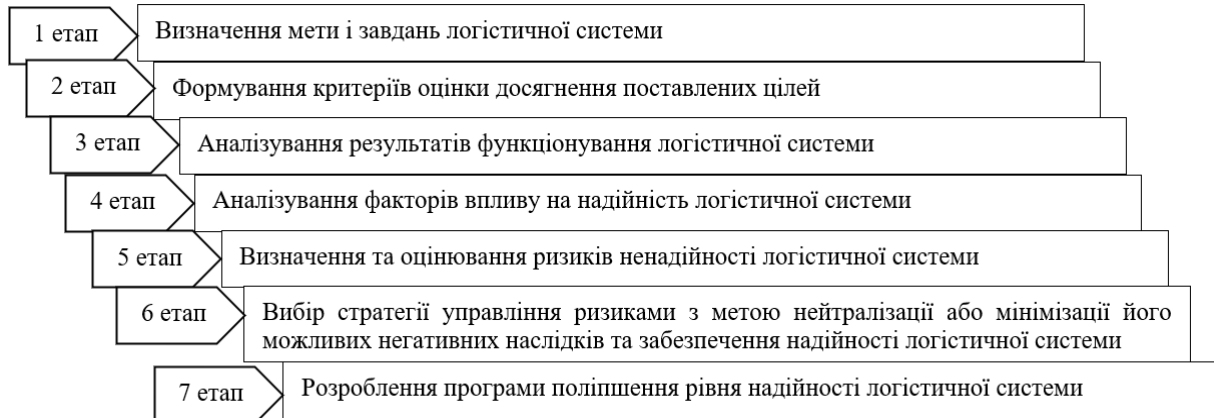


Рис. 4. Алгоритм управління надійністю логістичної системи машинобудівного підприємства

Досягнення оптимального рівня надійності логістичної системи можливо шляхом постійного моніторингу якості функціонування логістичної системи в цілому та її окремих ланок. Поступове погіршення якості може призвести до руйнування логістичної системи, а дефіцит будь-якого ресурсу (матеріального, фінансового, інформаційного тощо) є небезпечним для логістичної системи, зумовлює неефективність функціонування ланок і призводить до її розпаду.

Для створення надійної логістичної системи машинобудівного підприємства необхідно керуватися принципом адаптивності, який дозволить системі підлаштовуватися до змін зовнішнього оточення та внутрішнього середовища, що забезпечує уникнення загроз до яких вони призводять.

Сьогодні найбільшого розповсюдження набули такі методи підвищення надійності ланцюгів поставок (логістичних систем), як:

- процесний підхід;
- модель SCOR (supply-chain operations reference-model – рекомендована модель операцій в ланцюгах поставок);
- створення динамічних ланцюгів поставок (логістичних систем);
- оцінка рівня логістичного обслуговування тощо.

На підставі проведених дослідження досвіду світових підприємств і вивчення наукових праць авторами запропоновані заходи поліпшення показників надійності логістичної системи машинобудівного підприємства, а саме:

- навчання логістичного персоналу;
- впровадження методів мотивації логістичного персоналу;
- запровадження підходів контролю за діяльністю логістичного персоналу;
- матеріальна відповідальність логістичного персоналу;
- удосконалення інформаційної системи обліку послуг, що надаються машинобудівним підприємством;
- використання послуг з додаткового контролю (сюрвейєр, тальман та ін.);
- запровадження додаткових винагород учасниками логістичного ланцюга за виконання показників надійності.

#### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Надійність логістичної системи машинобудівного підприємства є показником здатності системи зберігати свої властивості на заданому рівні впродовж певного проміжку часу при встановлених умовах функціонування.

Для підвищення надійності логістичної системи машинобудівного підприємства необхідно виявлення в системі «слабких» ланок, які потребують виявлення резервів та їх використання, що призведе до підвищення надійності функціонування логістичної системи машинобудівного підприємства в цілому.

Основне призначення показників надійності логістичної системи машинобудівного підприємства полягає в зниженні ризиків виникнення несприятливих для підприємства ситуацій.

#### Література

1. Кривоконь М. О. Машинобудування України: стан, динаміка та перспективи розвитку з використанням ефективних концепцій антикризового управління / М. О. Кривоконь // Інтелект ХХІ. – 2016. – № 5. – С. 182–186.

2. Дикань В. Л. Комплексний підхід до управління стійким розвитком підприємств машинобудування / В. Л. Дикань // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 49. – С. 11–18.
3. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / М. Кристофер; под общ. ред. В. С. Лукинского. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 316 с.
4. Василевський М. Системи забезпечення ланцюгів поставок у машинобудуванні : монографія / М. Василевський. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 312 с.
5. Экономика Башкортостана / под общ. ред. Х .А. Барлыбаева, 2-е изд., перераб. и доп. – Уфа, 2003. – 563 с.
6. Плоткин Б. К. Математические выражения логистики и управления цепями поставок / Б. К. Плоткин. – Санкт-Петербург : Изд-во Инфо-да, 2015. – 91 с.
7. Плоткин Б. К. Экономика: предпринимательство, логистика и цепи поставок / Б. К. Плоткин. – Санкт-Петербург : Изд-во Инфо-да, 2015. – 131 с.
8. Канке А. А. Основы логистики : учеб. пособ. / А. А. Канке, И. П. Кошечая. – Москва : КНОРУС, 2013. – 576 с.
9. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика : учебник / Б. А. Аникин и др. ; ред. Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. – Москва : Проспект, 2015. – 344 с.
10. Сергеев В. И. Рекомендуемая модель операций в цепях поставок – SCOR-модель / В. И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2005. – № 1 (6). – С. 56–71.
11. IEC 60050 (191):1990-12 Dependability and quality of service (NEQ). [Електронний ресурс]. – URL : <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/index?openform&part=191>.
12. Supply Chain Operations Reference – model. Version 10.0. – The Supply Chain Council, Inc., August 2010. 856 p.
13. Woarawichai Chirawat. Inventory Lot - Sizing Problem with Supplier Selection under Storage Space and Budget Constraints / Chirawat Woarawichai, Tarathorn Kullpattaranirun, Vichai Rungreunganun // IJCSI International Journal of Computer Science Issues. – 2011. – Vol. 8. Issue 2. – P. 250–255.
14. Selling T. I. The effects of business environment and strategy on a firm's rate of return on assets / T. I. Selling, C. P. Stickney // Financial Analysts Journal. – 1989. – January-February. – P. 43–68.
15. Некрасов А. Г. Основы менеджмента безопасности цепей поставок : учеб. пособие / А. Г. Некрасов. – Москва : МАДИ, 2011. – 130 с.
16. Гуд Г. Х. Системотехника. Введение в проектирование больших систем / Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол. – Москва : Советское радио, 1962. – 383 с.

### Reference

1. Kryvokon M. O. Mashynobuduvannia Ukrainy: stan, dynamika ta perspektyvy rozvytku z vykorystanniam efektyvnykh kontseptsii antykrizovoho upravlinnia / M. O. Kryvokon // Intelekt KhKhI. – 2016. – № 5. P. 182–186.
2. Dykan V. L. Kompleksnyi pidkhid do upravlinnia stiiym rozvytkom pidpriemstv mashynobuduvannia / V. L. Dykan // Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti. – 2015. – № 49. – P. 11–18.
3. Kristofer M. Logistika i upravlenie cepochkami postavok / M. Kristofer. – Sankt-Peterburh: Piter, 2004. – 316 p.
4. Vasylevskiy M. Systemy zabezpechennia lantsiuhiv postavok u mashynobuduvanni / M. Vasylevskiy. – Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2011. – 312 p.
5. Ekonomika Bashkortostana. – Ufa, 2003. – 563 p.
6. Plotkin B. K. Matematicheskie vyrazheniya logistiki i upravleniya cepyami postavok / B. K. Plotkin. – Sankt-Peterburh : Izd-vo Info-da, 2015. – 91 p.
7. Plotkin B. K. Ekonomika: predprinimatel'stvo, logistika i cepi postavok / B. K. Plotkin. – Sankt-Peterburh : Izd-vo Info-da, 2015. – 131 p.
8. Kanke A. A. Osnovy logistiki: uchebnoe posobie / A. A. Kanke, I. P. Koshevaya. – Moskva : KNORUS, 2013. – 576 p.
9. Logistika i upravlenie cepyami postavok. Teoriya i praktika / B. A. Anikin i dr. – Moskva : Prospekt, 2015. – 344 p.
10. Sergeev V. I. Rekomenduemaya model' operacij v cepyah postavok – SCOR-model' / V. I. Sergeev // Logistika i upravlenie cepyami postavok. – 2005. – № 1 (6). – P. 56–71.
11. IEC 60050 (191):1990-12 Dependability and quality of service (NEQ). [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/index?openform&part=191>.
12. Supply Chain Operations Reference – model. Version 10.0. The Supply Chain Council Inc., 2010. – 856 p.
13. Woarawichai Chirawat. Inventory Lot - Sizing Problem with Supplier Selection under Storage Space and Budget Constraints / Chirawat Woarawichai, Tarathorn Kullpattaranirun, Vichai Rungreunganun // IJCSI International Journal of Computer Science Issues. – 2011. – № 8 (2). – P. 250–255.
14. Selling T. I. The effects of business environment and strategy on a firm's rate of return on assets / T. I. Selling, C. P. Stickney // Financial Analysts Journal. – 1989. – January-February. – P. 43–68.
15. Nekrasov A. G. Osnovy menedzhmenta bezopasnosti cepej postavok / A. G. Nekrasov. – Moskva : MADI, 2011. – 130 p.
16. Gud G. H. Sistemotekhnika. Vvedenie v proektirovanie bol'shih sistem / G. H. Gud, R. E. Makol. – Moskva : Sovetskoe radio, 1962. – 383 p.

Надійшла / Paper received : 11.02.2021

Надрукована / Printed : 10.03.2021