

Використання нейромережових технологій в управлінні якістю процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів

На основі аналізу функціонування виробничого процесу підприємства та вивчення досвіду планування, регулювання, оцінки, аналізу показників якості послуг з обслуговування та ремонту автомобілів, результативності і ефективності виробничого процесу підприємств показано, що для ефективного управління якістю процесів необхідне детальне вивчення всіх складових процесів виробництва та факторів, що на них впливають і встановлення між ними взаємозалежності.

Обґрунтовано можливість управління якістю послуг з обслуговування та ремонту транспортних засобів та ефективністю їх виробництва використанням нейромережевого моделювання, яке може здійснюватися на основі математичної марковської моделі виробничого процесу на основі двошарових нейронних мереж, що дозволяють моделювати взаємозв'язки між властивостями послуг, характеристиками і факторами виробничого процесу.

Показано, що процес обслуговування та ремонту автомобілів можна представити сукупністю наскрізних нейромережових моделей управління та прогнозування, таких як: модель вивчення і прогнозування розвитку ринку сервісних послуг; модель управління якістю та ефективністю використання енергетичних ресурсів, запасних частин і матеріалів при обслуговуванні та ремонті; модель управління загальними технологіями обслуговування та ремонту агрегатів тощо;

Розроблено схему визначення узагальнюючих показників якості обслуговування та ремонту транспортних засобів. На прикладі одного з підприємств автосервісу розглянута можливість використання нейромережевої технології для оцінки якості послуги та ефективності функціонування виробничого процесу.

Ключові слова: автомобілі; технічне обслуговування; ремонт; виробничий процес; якість; нейромережа; технологія.

Постановка проблеми. Впровадження системи управління і забезпечення якості послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту відповідно до ДСТУ ISO 9000:2007 передбачає кілька етапів, серед яких з точки зору управління найбільш важливими є:

- визначення та обґрунтування методів, які дають можливість вимірювати результативність і ефективність кожного елементарного процесу;
- використання результатів вимірювань для аналізу та визначення результативності та ефективності кожного елементарного процесу;
- визначення шляхів та засобів, запобігання невідповідності окремих процесів плановому протіканню і усувати їхні причини;
- запровадження та застосування процесу постійного поліпшення системи управління якістю послуг та окремих складових виробничого процесу.

Управління виробничими процесами може бути ефективним при використанні інформаційних та нейронних технологій, які формують процеси зберігання, передачі, обробки, розрахунку, захисту та відтворення інформації з використанням комп'ютерів.

Інформаційні технології (ІТ) – сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний процес, що забезпечує збирання, зберігання, накопичування, обробку, пошук, виведення, копіювання, передавання та розповсюдження інформації [1].

Нейромережева технологія – використання моделей нейронних мереж для виконання функцій інформаційних технологій [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На підприємствах автомобільного транспорту накопичений значний досвід планування, регулювання, оцінки, аналізу показників якості послуг з обслуговування та ремонту автомобілів та результативності і ефективності виробничого процесу в цілому та окремих його складових [3, 4, 5, 6, 7].

Однак комплексного розгляду проблеми немає. Визначаються в основному оцінки окремих показників або елементів процесу. Виробничий процес підприємства автомобільного транспорту представляє собою складну систему. Важливо мати узагальнену кількісну характеристику його здатності надавати сервісну послугу, прийнятної для споживача якості, при ефективному виробництві. Причому важливо для виробника послуг знати динаміку змін якості та ефективності виробничого процесу. Таку динаміку можна дослідити використовуючи нейромережеві технології [8, 9, 10, 11].

Нейронна мережа – поняття відносно нове, і також не має сталого визначення. Агентство DARPA (США) [12] визначає нейронну мережу, як систему, що складається з безлічі простих процесорних елементів, що працюють паралельно, функціонування якої описується структурою мережі, силою зв'язків і обробкою, здійснюваною на кожному обчислювальному елементі або вузлу мережі.

Штучні нейронні мережі є системами, які можуть отримувати, зберігати і використовувати знання, отримані експериментальним шляхом [13, 14].

Мета дослідження. Кожне підприємство повинно мати можливість своєчасного підвищення обсягів виробництва при зміні ринку послуг за рахунок закладеного потенціалу. Для цього важливим є цільовий аналіз виробничого потенціалу.

Необхідно з метою підвищення ефективності виробництва і вдовolenості споживачів розробити метод визначення узагальненої оцінки якості послуги з технічного обслуговування та ремонту автомобілів та якості і ефективності виробничого процесу на підприємстві.

В роботі пропонується дослідити можливість використання штучних нейронних мереж, як інструменту аналізу статистичних даних про оцінку окремих складових виробничого процесу з метою розробки заходів по підвищенню якості та ефективності виробництва послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Викладення основного матеріалу. Перед розробкою методів нейромережевої технології моніторингу якості обслуговування та ремонту автомобілів необхідно визначитися з термінологією.

Технологія моніторингу якості є складовою загальної технології управління. Найбільш поширеними визначеннями технології управління є такі:

- Василенко О.В.: «безперервний творчий процес підтримки сталого режиму функціонування системи шляхом прийняття й реалізації господарських рішень» [15];
- Ракша Н.В.: «певний порядок здійснення процесу управління, який обумовлює послідовність та умови прийняття управлінських рішень і визначає найефективніші методи та інструменти їх впровадження на практиці» [16];
- Мосейко В.О.: «сукупність взаємопов'язаних управлінських процедур, спрямованих на обґрунтування, розробку, приймання й виконання управлінських рішень» [17];
- Лебідь О.В.: «сукупність взаємопов'язаних операцій, що утворюють процедури та спрямовані на належне виконання управлінських функцій, що забезпечується використанням спеціальних методів, інструментів, пристроїв» [18];
- Хей Д. і Д.Морріс: «інформацію, яка специфікує технологічний процес» [19].

Загальними для більшості визначень є: послідовність та умови прийняття рішень, цілеспрямованість дій, методи та інструменти управління.

Узагальнивши наведені визначення, можна прийняти таке визначення: технологія управління – цілеспрямована діяльність, що представляє собою систему взаємопов'язаних в часі і просторі типових дій з застосуванням технічних засобів, для досягнення цільового результату.

Для вирішення задачі управління якістю виробничого процесу доцільно використовувати двошарові нейронні мережі (НМ) типу feedforward, які дозволяють моделювати взаємозв'язки між властивостями продукції, послуг і факторами технологічного процесу [20, 21].

Виробництво якісної послуги з технічного обслуговування та ремонту автомобілів передбачає використання процесного підходу, тобто забезпечення якості послуги на всіх етапах виробництва.

Процесний підхід стосовно забезпечення якості ТО і ремонту транспортних засобів, на основі циклу безперервного поліпшення передбачає: «Планування технічних впливів по транспортним засобам і виробничого процесу – Виробництво обслуговування та ремонту транспортних засобів – Перевірку якості обслуговування та ремонту – Корегування виробничого процесу в цілому і окремих його складових».

Для ефективного управління якістю процесів необхідне детальне вивчення всіх складових процесів виробництва та факторів, що на них впливають і встановлення між ними взаємозалежності.

Роботи, які виконуються на підприємстві з обслуговування та ремонту дорожніх транспортних засобів, являють собою певну послідовність процесів: на вході здійснюються процеси вивчення вимог, потреб та очікувань споживачів, вивчення ринку послуг та ресурсів; безпосередньо виробничий процес являє собою ланцюг окремих технологічних операцій, організаційних і управлінських дій, інформаційний супровід процесу; виходом процесу є послуга з обслуговування та ремонту транспортних засобів, при цьому здійснюються процеси оцінки, аналізу якості обслуговування і ремонту та розробка корегувальних дій стосовно виробничого процесу.

Для вивчення, організації і прогнозування технологій підприємств транспорту використовують математичне моделювання, яке є наближеним описом процесу надання послуг з обслуговування та ремонту мовою математики.

Разом з математичним моделюванням застосовуються статистичні методи аналізу, оцінки і управління технологіями [5, 6]

В роботах [21, 22] обґрунтовано пропонується, для управління якістю окремих складових технологічних процесів використовувати методи адаптивних нейромережевих моделей – двошарових

перцептронів з алгоритмом навчання зворотнього розповсюдження помилки. В роботі [20] пропонувано моделювання взаємозв'язків між якістю продукції, що виробляється, з параметрами і характеристиками технологічного процесу здійснювати за допомогою двошарових перцептронів.

Управління якістю послуг з обслуговування та ремонту транспортних засобів та ефективністю їх виробництва з використанням нейромережевого моделювання може здійснюватися на основі математичної марковської моделі виробничого процесу з застосуванням двошарових нейронних мереж типу feedforward [23], що дозволяють моделювати взаємозв'язки між властивостями послуг з обслуговування та ремонту ТЗ, характеристиками і факторами виробничого процесу. Модель являє собою сукупність простих процесорних елементів – нейронів, організованих шарами.

Процес обслуговування та ремонту транспортних засобів можна представити сукупністю наскрізних нейромережевих моделей управління та прогнозування, таких як:

- модель вивчення і прогнозування розвитку ринку сервісних послуг;
- модель управління якістю та ефективністю використання енергетичних ресурсів, запасних частин і матеріалів при обслуговуванні та ремонті ТЗ;
- модель управління загальними технологіями ШО, ТО-1, ТО-2, ремонту агрегатів тощо;
- модель прогнозування якості послуги з обслуговування та ремонту ТЗ на окремих складових загального технологічного процесу;
- модель управління ефективністю використання виробничої бази в процесі виробництва послуг з обслуговування та ремонту ТЗ;
- модель управління розвитком виробничої бази підприємства;
- модель управління техніко-технологічним розвитком підприємства;
- модель управління ефективністю використання кадрового потенціалу підприємства;
- модель управління розвитком кадрового потенціалу підприємства;
- модель управління розвитком нормативного забезпечення підприємства та інші.

Формування нейромережевої наскрізної моделі передбачає моделювання процесу управління якістю робіт та ефективністю використання виробничої бази при виробництві послуг з обслуговування та ремонту ТЗ.

Якість послуг з обслуговування та ремонту автомобілів та ефективність виробничих процесів на підприємствах автомобільного транспорту залежить від сукупності факторів, які умовно можна поділити на такі групи:

- визначеність ринка послуг, фінансових, трудових, енергетичних, матеріальних ресурсів;
- матеріально-технічне забезпечення виробничого процесу;
- техніко-технологічне забезпечення виробничого процесу;
- науково-технічний рівень та організація технологічних процесів виробництва;
- методи, способи організації та управління виробничими процесами;
- професійний рівень працівників та організація їх роботи;
- обґрунтованість та організація нормативного забезпечення виробництва;
- наявність та досконалість системи управління якістю виробництва послуг з обслуговування та ремонту автомобілів.

Для створення, навчання, тестування і опитування нейронної мережі, відповідно до поставленої задачі, необхідно використовувати статистичні дані підприємств автомобільного транспорту.

Показники функціонування процесу (вхідні сигнали – X_i) і узагальнюючі показники послуги та функціонування процесу (вихідні сигнали – Y_i), які доцільно вибрати для нейронної мережі, наведені в таблиця 1.

У кожен момент часу модель здійснює імовірнісний перехід з одного стану в інший або в той же самий стан. В момент часу t стан моделі позначається q_t . Тоді послідовні стани, позначені вершинами S_1, S_2, \dots, S_N можна промоделювати послідовністю дискретних стаціонарних станів $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_K\}$, $K < N$.

При переході відбуваються якісні зміни в послугах, що виробляються, і це відображається вектором $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_K\}$, де K – число символів спостереження моделі. Вектор характеризує множину параметрів і характеристик, що супроводжують той чи інший складовий процес загального виробничого процесу обслуговування та ремонту ТЗ.

Вектор y_k описується вихідним ймовірнісним розподілом $b_n(y_k)$, відповідного стану. Ці ймовірності називають емісійними або вихідними ймовірностями.

Нейрони поточного шару отримують інформацію від нейронів попереднього шару і результат функціонування надають нейронам наступного шару. Між шарами НМ є зв'язки, які піддаються коригуванню в процесі навчання нейромережевої моделі. При навчанні посилюються одні зв'язки і послаблюються інші таким чином, щоб при появі одного і того ж прикладу з навчальної множини модель НМ при навчанні отримала більш коректну відповідь по відношенню до обраного критерію навчання.

Для опису залежності якості послуг з обслуговування та ремонту ТЗ від факторів, що впливають на їх виробництво доцільно використовувати детерміновані функціональні залежності

$$y = \varphi(X), \quad (1)$$

де y – одна із властивостей продукції; φ – функція багатьох змінних; X – вектор виробничих параметрів, факторів.

Розробка моделі нейронної мережі прогнозування властивостей послуги з обслуговування та ремонту транспортних засобів проводиться за такими правилами [20, 21]:

1) моделюється однорідна двошарова НМ логістичною функцією активації нейронів:

$$y_s = \frac{1}{1 + e^{-as}}. \quad (2)$$

Таблиця 1

Вхідні та вихідні параметри нейронної мережі

Вхідні сигнали		Вихідні сигнали	
Позначення	Опис	Позначення	Опис
X1	Відсоток претензій при кінцевій оцінці якості послуг від загальної кількості послуг	У1	Якість послуги з обслуговування та ремонту автомобілів
X2	Відносне відхилення середньої вартості нормо-години послуги від планової, середньої по галузі, %		
X3	Відсоток відмов в комплексності надання послуг		
X4	Відносне відхилення середнього часу обслуговування автомобіля від планового, %		
X5	Відсоток скарг про низьку культуру обслуговування споживачів (безпека майна, рівень спілкування, надання інформації тощо) від загальної кількості послуг		
X6	Відносне відхилення часу гарантійного обслуговування автомобіля від планового, %	У2	Якість та ефективність виробничого процесу
X7	Відсоток не оригінальних запасних частин, використаних при обслуговуванні та ремонті автомобілів		
X8	Відсоток не якісних експлуатаційних матеріалів		
X9	Відсоток не своєчасного постачання запасних частин та експлуатаційних матеріалів		
X10	Відносні втрати робочого часу виробничих робітників		
X11	Відносні втрати часу на переміщення по станції автомобілів, запасних частин і матеріалів		
X12	Відсоток виявленого не дотримання технологічних процесів обслуговування та ремонту		
X13	Відсоток не виконання договірних зобов'язань по обслуговуванню та ремонту автомобілів		
X14	Відносні втрати виробничого часу за несправності технологічного устаткування		

2) число входів моделі визначається кількістю виробничих факторів. Всі вхідні сигнали $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ подаються нейронам першого скритого шару.

3) число виходів моделі відповідає числу властивостей послуги та показників ефективності окремого виробничого процесу з обслуговування та ремонту ТЗ, що контролюються; вихідними сигналами моделі є сигнали нейронів вихідного (другого) шару, тому кількість нейронів у цьому шарі дорівнює числу показників, за якими оцінюється якість продукції та ефективність виробничого процесу.

4) кількість нейронів у першому шарі розраховується відповідно до підходу [24]:

оцінюється максимально можливе число зв'язків між нейронами

$$N_w^{\max} = m \left(\frac{1}{n} + 1 \right) (m + n + 1) + m, \quad (3)$$

де m, n – кількість нейронів у першому і другому шарах, відповідно.

Розраховується максимально необхідне число нейронів у першому шарі

$$r_w^{\max} = \frac{N_w^{\max}}{(n+m)}. \quad (4)$$

Кількість нейронів двошарової моделі НМ при одному скритому шару, визначається за формулою [25]:

$$N = \frac{N_w}{N_x + N_y}, \quad (5)$$

де N_x, N_y – розмірність вхідного, вихідного сигналу, відповідно; N_w – необхідна кількість синоптичних вагових коефіцієнтів нейронної мережі.

Значення синоптичних вагових коефіцієнтів можна визначити за формулою [25]:

$$\frac{N_y Q}{1 + \log_2 Q} \leq N_w \leq N_y \left(\frac{Q}{N_x} + 1 \right) (N_x + N_y + 1) + N_y, \quad (6)$$

де Q – число прикладів в навчальній вибірці нейронної мережі.

Якість процесу навчання нейронної мережі суттєво залежить від розміру, об'єму навчальної вибірки. Іншими словами, кількості прикладів, що показують зв'язок між факторами впливу на процес виробництва послуг з обслуговування та ремонту ТЗ і якістю та ефективністю їх виробництва.

Кількість скритих нейронів мережі можна визначити з нестрогого рівняння [26]:

$$6(N_x + N + N_y) \leq Q \leq 10(N_x + N + N_y), \quad (7)$$

де N – кількість скритих нейронів.

З даної нерівності можна розрахувати мінімальне Q_{\min} та максимальне Q_{\max} значення прикладів навчальної вибірки нейронної мережі:

$$Q_{\min} = 6(N_x + N + N_y); \quad (8)$$

$$Q_{\max} = 10(N_x + N + N_y). \quad (9)$$

Діапазон скритих нейронів, тобто мінімальне N_{\min} та максимальне N_{\max} їх значення визначається за формулами:

$$N_{\min} = \frac{Q}{10} - N_x - N_y; \quad (10)$$

$$N_{\max} = \frac{Q}{6} - N_x - N_y. \quad (11)$$

Висновки. 1. Процес обслуговування та ремонту транспортних засобів можна представити сукупністю наскрізних нейромережових моделей управління та прогнозування. 2. Розроблено підхід до нейромережового моделювання загального процесу управління якістю та ефективністю процесів ТО та ремонту ТЗ.

Список використаної літератури:

1. ДСТУ 5034:2008 : Науково-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять.
2. Агеев А.Д. Нейроматематика. Кн. 6 / А.Д. Агеев, А.Н. Балухто, А.В. Бычков ; под ред. А.И. Галушкина. – М. : ИПРЖР, 2002. – 448 с.
3. Курніков І.П. Управління запасами в автосервісі в умовах невизначеності попиту / І.П. Курніков // Автошляховик України. – 2002. – № 1. – С. 15–17.
4. Марков О.Д. Автосервис: Рынок, автомобиль, клиент. – М. : Транспорт, 1999 – 270 с.
5. Бережной В.И. Методы и проблемы управления материальными потоками микрологистической системы автопредприятия / В.И. Бережной, Е.В. Бережная. – Ставрополь : Интеллект-сервис, 1996. – 155 с.
6. Миротин Л.Б. Управление автосервисом ; под ред. Л.Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2004. – 320 с.
7. Волгин В.В. Автосервис. Маркетинг и анализ / В.В. Волгин. – 2-е изд., изм. и доп. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 496 с.
8. Хмельов О. Застосування нейромереж Кохонена в моделях вибору найкращого постачальника / О.Хмельов // Економіст. – 2009. – № 10. – С. 29–30.
9. Ковалевский С.В. Сборник трудов VII международной научной конференции «Нейросетевые технологии и их применение» / С.В. Ковалевского ; под ред. С.В. Ковалевского. – Краматорск : ДГМА, 2009. – 208 с.
10. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі : навчальний посібник / О.Г. Руденко, Є.В. Бодяньський. – Х. :Компанія СМІТ, 2006. – 404 с.
11. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С.Осовский ; пер. с польск. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
12. DARPA Neural Network Study / AFCEA International Press. – 1988.
13. Zurada J.M. Introduction To Artificial Neural Systems / J.M. Zurada. – Boston : PWS Publishing Company, 1992.
14. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника : теория и практика / Ф.Уоссерман ; пер.с англ. – М. : Мир, 1992. – 240 с.
15. Василенко А.В. Менеджмент устойчивого развития : монография / А.В. Василенко. – К. : Центр учебной литературы, 2005. – 648 с.
16. Ракиа Н.В. Роль інноваційних технологій в управлінні підприємством / Н.В. Ракиа // Інноваційна економіка. – 2012. – № 9 (35). – С. 86–89.
17. Мосейко В.О. Управление по изменениям. Концепция внутрифирменного управления в структурах среднего и малого бизнеса : монография / В.О. Мосейко. – Волгоград : Изд-во Волгоград. гос. ун-та, 2001. – 464 с.
18. Лебідь О.В. Обґрунтування вибору напрямку впровадження технологій управління / О.В. Лебідь // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : зб. наук. Праць. – Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – 2012. – Вип. 2 (16). – С. 302–308.
19. Хэй Д. Теория организации промышленности : в 2-х т. / Д.Хэй, Д.Моррис ; пер. с англ. ; под. ред. А.Г. Слуцкого. – СПб. : Экономическая школа, 1999. – Т. 2. – 592 с.
20. Кузнецов Л.А. Нейросетевая модель многоэтапного технологического процесса / Л.А. Кузнецов, П.А. Домашнев // Сб. научн. тр. междунар. конф. СССР/НТКС'2003. – Воронеж, 2003. – С. 191–196.
21. Федин С.С. Управление качеством с использованием методов нейронных сетей / С.С. Федин, Р.М. Триц // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. – К. : НТУ; ТАУ. – 2003. – Вип. 15. – С. 228–230.

22. Царегородцев В.Г. Взгляд на архитектуру и требования к нейромимитатору для решения современных промышленных задач / В.Г. Царегородцев // Нейроинформатика и ее приложения : матер. XI Всеросс. семина. – Красноярск, 2003. – С. 171–175.
23. Бодянский Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектура, обучение, применение / Е.В. Бодянский, О.Г. Руденко. – Харьков : ТЕЛТЕХ, 2004. – 372 с.
24. Кузнецов Л.А. Нейросетевые модели при проектировании технологии производства/ Л.А. Кузнецов, П.А. Домашнев // Теория активных систем. Труды международной научно-практической конференции 2003. – Т. 2. – М. : ИПУРАН, 2003. – С. 39–41.
25. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект / Л.Н. Ясницкий. – М. : Академия, 2005.– 176 с.
26. Федин С.С. Адаптивная нейросетевая модель прогнозирования и управления качеством многоэтапных технологических процессов / С.С. Федин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.kpi.kharkov.ua/archive/наукова_періодика/eee/2010/4/20617.pdf.

References:

1. DSTU 5034 (2008), «Scientific and informational activity. Terms and definitions».
2. Ageev, A.D., Balukhto, A.N. and Bychkov, A.V. (2002), *Neuromathematics*. B. 6, Textbook for high schools, in Galushkina, A.I. (ed.), IPRZhR, M., 448 p.
3. Kurnikov, I.P. (2002), «Upravlinnja zapasamy v avtoservisi v umovah nevyznachenosti popytu», *Avtoshlahovyk Ukrainy*, No. 1, Pp. 15–17.
4. Markov, O.D. (1999), *Avtoservys: Ryнок, avtomobil', klyent*, Transport, M., 270 p.
5. Berezhnoj, V.Y. and Berezhnaja, E.V. (1996), *Metody y problemy upravlenija materyal'nyty potokamy mykrologystycheskoj systemy avtopredpryjatija*, Yntelekt-servys, Stavropol', 155 p.
6. Myrotyn, L.B. (2004), *Upravlenje avtoservysom*, in Myrotyna, L.B. (ed.), Экзамен, M., 320 p.
7. Volgyn, V.V. (2005), *Avtoservys. Marketing y analiz*, 2nd, yzm. y dop., Yzdatel'sko-torgovaja korporacija «Dashkov y K», M., 496 p.
8. Hmel'ov, O. (2009), «Zastosuvannja nejromerezh Kohonena v modeljah vyboru najkrashhogo postachal'nyka», *Ekonomist*, No. 10, Pp. 29–30.
9. Kovalevskij, S.V. (2009), *Sbornyk trudov VII mezhdunarodnoj nauchnoj konferencyy «Nejrosetevye tehnology y yh prytenenye»*, in Kovalevskogo, S.V. (ed.), DGMA, Kramatorsk, 208 p.
10. Rudenko, O.G. and Bodjans'kyj, Je.V. (2006), *Shtuchni nejronni merezhi*, Kompanija SMIT, H., 404 p.
11. Osovskij, S. (2002), *Nejronnye sety dlja obrabotky ynformacyy*, translate by polish, Fynansy y statystyka, M., 344 p.
12. «DARPA Neural Network Study» (1988), AFCEA International Press.
13. Zurada, J.M. (1992), *Introduction To Artificial Neural Systems*, PWS Publishing Company, Boston.
14. Uosserman, F. (1992), *Nejrokompj'uternaja tehnyka: teoryja y praktyka*, translate by English, Myr, M., 240 p.
15. Vasylenko, A.V. (2005), *Menedzhment ustojchyvogo razvytija*, monografija, Centr uchebnoj lyteratury, K., 648 p.
16. Raksha, N.V. (2012), «Rol' innovacijnyh tehnologij v upravlinni pidpryjemstvom», *Innovacijna ekonomika*, No. 9 (35), Pp. 86–89.
17. Mosejko, V.O. (2001), *Upravlenje po yzmenenijam. Konceptyja vnutryfirmennogo upravlenija v strukturah srednego y malogo byznesa*, monografija, Yzd-vo Volgograd. gos. un-ta, Volgograd, 464 p.
18. Lebid', O.V. (2012), «Obg'runtuvannja vyboru naprjamku vprovadzhenija tehnologij upravlinnja», *Ekonomichna strategija i perspektyvy rozvytku sfery torgivli ta poslug*, zb. nauk. Prac', Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli, Iss. 2 (16), Pp. 302–308.
19. Hjej, D. and Morris, D. (1999), «Teorija organizacii promyshlennosti», in 2-h vol., translate by English, in Sluckogo, A.G. (ed.), *Jekonomicheskaja shkola*, SPb., Vol. 2, 592 p.
20. Kuznecov, L.A. and Domashnev, P.A. (2003), «Nejrosetevaja model' mnogojetapnogo tehnologicheskogo processa», *Sb. nauchn. tr. mezhdunar. konf. SSSU/HTCS'2003*, Voronezh, Pp. 191–196.
21. Fedin, S.S. and Trishh, R.M. (2003), «Upravlenie kachestvom s ispol'zovaniem metodov nejronnyh setej», *Sistemni metodi keruvannja, tehnologija ta organizacija virobnictva, remontu i ekspluatacii avtomobiliv*, NTU, TAU, K., Iss. 15, Pp. 228–230.
22. Caregorodcev, V.G. (2003), «Vzgljad na arhitekturu i trebovanija k nejroimitatoru dlja reshenija sovremennyh industrial'nyh zadach», *Nejroinformatika i ee prilozhenija, mater. XI Vseross. Semin*, Krasnojarsk, Pp. 171–175.
23. Bodjanskij, E.V. and Rudenko, O.G. (2004), *Iskusstvennye nejronnye seti: arhitektura, obuchenie, primenenie*, TELETEH, Har'kov, 72 p.
24. Kuznecov, L.A. and Domashnev, P.A. (2003), «Nejrosetevye modeli pri proektirovanii tehnologii proizvodstva, Teorija aktivnyh sistem», *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Vol. 2., IPURAN, M., Pp. 39–41.
25. Jasnickyj, L.N. (2005), *Vvedenie v iskusstvennyj intellekt*, Akademija, M., 176 p.
26. Fedin, S.S. «Adaptivnaja nejrosetevaja model' prognozirovannja i upravlenija kachestvom mnogojetapnyh tehnologicheskikh processov», available at: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/наукова_періодика/eee/2010/4/20617.pdf

Мастепан Сергій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. М.Я. Говорушенка, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Наукові інтереси:

- виробничі процеси на підприємствах сервісу машин;
- математичне моделювання.

E-mail: mastepansm@gmail.com.

Стаття надійшла до редакції 03.09.2018.