

UDC 681.3.07

Krestyanpol O., Ph.D. in Engineering
Andrushchak I., DThSc., Prof

Lutsk National Technical University / Ukraine

INTELLECTUAL FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS OF PACKAGINS (IFMS)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ГНУЧКІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ ПАКУВАННЯ (ІГВС)

Abstract: *The article deals with the work of intellectual ACS when changing the range of packages, describes the process of technological synthesis of the group process, and analyzes the work of the intellectual ACS when diagnosing the state of technological machines.*

Keywords: automated control system, intelligent flexible manufacturing systems, packaging production, design types of packaging.

INTRODUCTION

Since the development of a management program with a modern flexible manufacturing system (FMS) should take into account the possible manufacturing situations, that arise in the field of packaging. In this case, the intelligent subsystems for their management should compensate for changes in external conditions.

This is realized by introducing certain changes to the functioning algorithm.

Obviously, in order to determine these changes, the intellectual control system should provide an assessment of the external conditions [4].

LITERARY ANALYSIS

Summarizing the arguments of such researchers as Z., Banaszak [1, 2], and A., Świc' [14] it can be argued that the production system becomes intelligent. In turn, the author in his writings [3, 4, 5, 6, 8] analyzes the problems of creating intelligent production systems. If, in solving production problems, the system operates without having an exact algorithm for solving the problem. It adapts to work in external conditions that change over time, relying on the appropriate knowledge base, which allow for the creation of an adaptation algorithm [13].

MAIN ARTICLE

When forming a management program, it is necessary to foresee possible production situations.

Then the intelligent subsystems of the automated control system ACS should compensate for changing the external conditions by making certain changes to the control algorithm to achieve optimal performance of the IWS.

Obviously, such a ACS should first of all evaluate the external conditions in order to make the

Анотація: *В статті розглянуто роботу інтелектуальної САК при зміні номенклатури пакувань, описано процедуру технологічного синтезу групового процесу, та проаналізовано роботу інтелектуальної САК при діагностуванні стану технологічних машин.*

Ключові слова: *система автоматизованого керування, інтелектуальні гнучкі виробничі системи, пакувальне виробництво, конструктивні типи пакувань.*

ВСТУП

Оскільки при формуванні програми управління сучасною гнучкою виробничою системою необхідно враховувати можливі виробничі ситуації, які виникають в пакувальному виробництві.

У цьому випадку інтелектуальні підсистеми для їх керування повинні компенсувати зміну зовнішніх умов за допомогою внесення певних змін в алгоритм функціонування.

Очевидно, що для визначення цих змін інтелектуальна система керування повинна забезпечити оцінку зовнішніх умов [4].

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Узагальнюючи міркування птаких дослідників як Z., Banaszak [1, 2], та A., Świc' [14] можна стверджувати, що виробнича система стає інтелектуальною. В свою чергу, автор у своїх працях [3, 4, 5, 6, 8] аналізує проблематику створення інтелектуальних виробничих систем. Якщо при вирішенні завдань виробництва, система діє, не маючи точного алгоритму вирішення проблеми. Вона адаптується для роботи в зовнішніх умовах, що змінюються з часом опираючись на відповідну базу знань, які дозволяють створити алгоритм адаптації [13].

ОСНОВНИЙ ТЕКСТ СТАТТІ

При формуванні програми керування необхідно враховувати можливі виробничі ситуації, то інтелектуальні підсистеми САК повинні компенсувати зміну зовнішніх умов за допомогою внесення певних змін в алгоритм керування для досягнення оптимальних характеристик функціонування ІВС.

Очевидно, що така САК повинна, перш за все, оцінити зовнішні умови для того, щоб внести

necessary changes in the algorithm of functioning.

Functional scheme of intellectual ACS is shown in Fig. 1.

The technological process is influenced by external conditions Z (random perturbations) and V (change of production task) that are changing. The control system determines the running values of the input X and output Y parameters of the system and determines the quality of the process u' . A decision is made to make changes to the setup u (reformatting the operation algorithm and technological regimes), which are necessary to ensure the quality of the functioning of the technological machine.

необхідні зміни в алгоритм функціонування. Функціональна схема інтелектуальної САК наведена на рис.1. На технологічний процес впливають зовнішні умови Z (випадкові збурення) та V (зміна виробничого завдання), що змінюються. Система керування визначає біжучі значення вхідних X і вихідних Y параметрів системи і визначає якість процесу u' . Приймається рішення про зміни в налагодженні u (переформування алгоритму функціонування і технологічних режимів), які є необхідними для забезпечення якості функціонування технологічної машини.

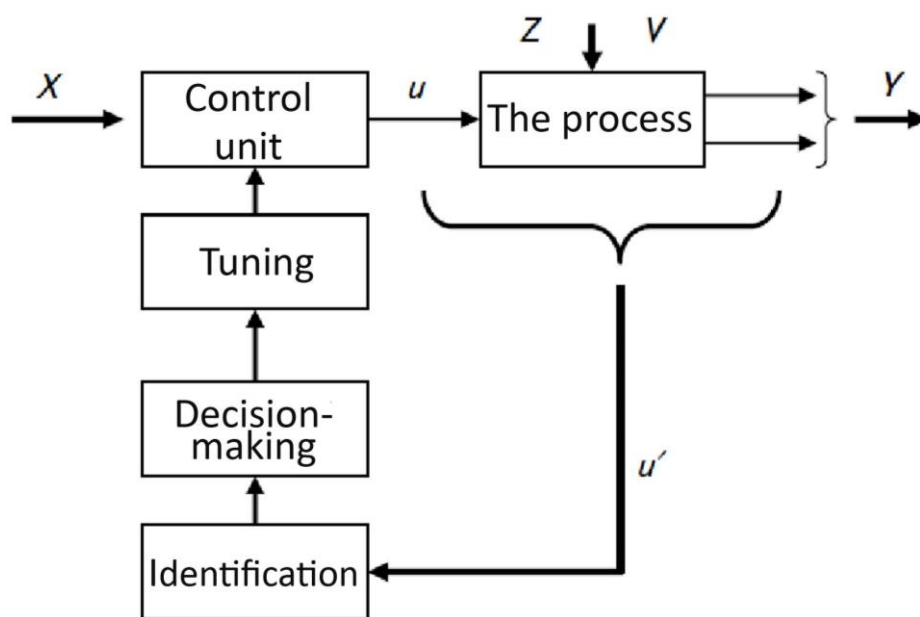


Fig.1. Functions of the intelligent control system of the FMS, authors'/ *Функції інтелектуальної системи керування ІГВС, авторська розробка*

For the convenience of analyzing the functioning of the IMS, the impact of the external environment is divided into two groups:

- purposeful change of the given conditions of production (nomenclature, time of deliveries, calendar-production planning);
- random fluctuations of operating conditions - disturbances in the system, such as failures.

The work of intelligent ACS when changing the range of packages. In this case passage through IFMS of packages of different nomenclature a generalized group process is formed, and the control subsystem, depending on the type of packaging, chooses one or another route.

The process of technological synthesis of the group process [4] is part of the design task of the synthesis of FMS with the optimal set of technologies. Detection of the compatibility of technologies related to the functioning of a specific

Для зручності аналізу функціонування ІВС, вплив зовнішнього середовища підрозділяється на дві групи:

- цілеспрямована зміна заданих умов виробництва (номенклатура, час поставок, тобто календарно-виробниче планування);
- випадкових коливань умов функціонування - збурень в системі, наприклад відмов .

Робота інтелектуальної САК при зміні номенклатури паковань. Для випадку проходження через ІГВС паковань різної номенклатури формується узагальнений груповий технологічний процес, а підсистема керування в залежності від виду пакування вибирає той чи інший маршрут.

Процедура технологічного синтезу групового процесу [4] є частиною проектного завдання синтезу ГВС з оптимальним набором технологій. Виявлення сполучуваності технологій, пов'язаних з

FMS, which consists in using the same equipment and tool for them, allows to minimize costs, increase the utilization factor of equipment (Fig. 2).

функціонуванням конкретної ГВС, що полягає у використанні для них одного і того ж устаткування і інструменту, дозволяє максимально скоротити витрати, підвищити коефіцієнт використання устаткування (рис. 2).

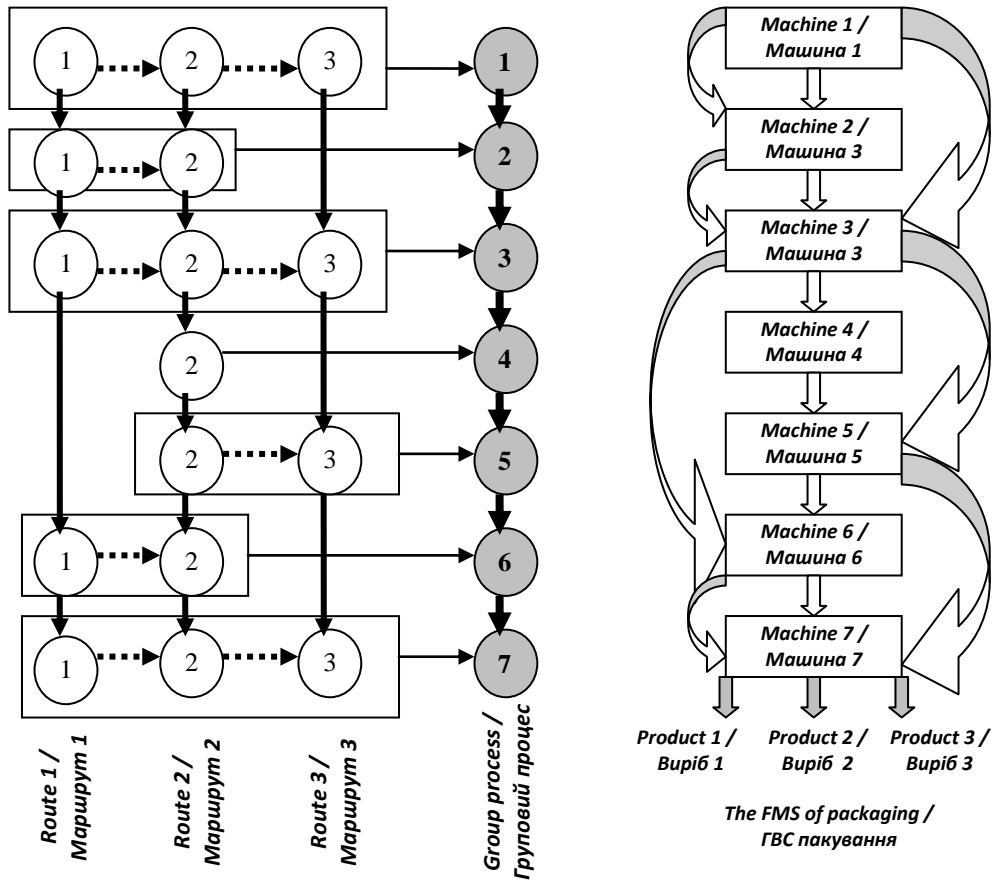


Fig. 2. A group technological process, authors' / Груповий технологічний процес, авторська розробка

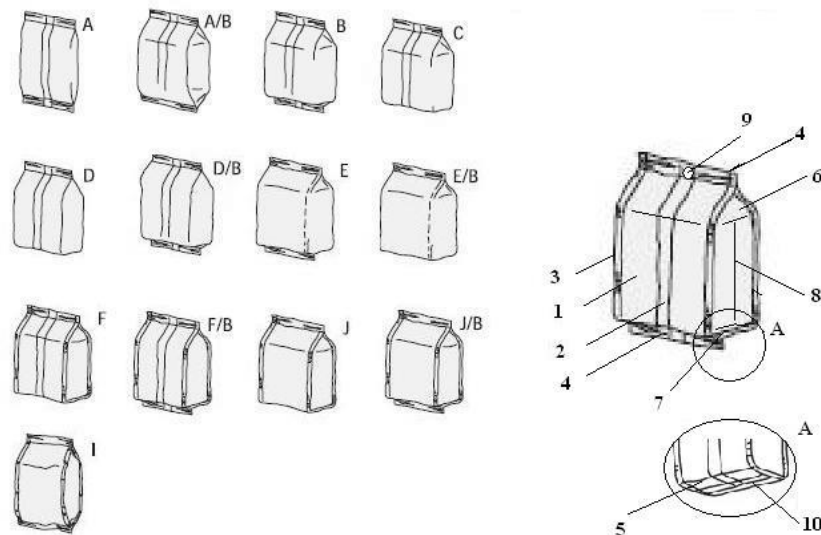


Fig. 3. Typical constructions of packages for granular products (a) and the elements of a complex package: 1 – casing, 2 – longitudinal seam, 3 – lateral seam, 4 – transverse seams, 5 – bottom, 6 – the upper fold, 7 – the lower fold, 8 – lateral folds, 9 – the hole for hanging, 10 – curved lower seam / Типові конструкції пакетів для сипких продуктів (а) та елементи комплексного пакета (б): 1 – корпус, 2 – поздовжній шов, 3 – бічна спайка, 4 – поперечні шви, 5 – дно, 6 – верхня складка, 7 – нижня складка, 8 – бічні складки, 9 – отвір для підвішування, 10 – підігнутий нижній шов [10]

For example, we will consider the use of such approach to the formation of a group technological process of packaging of granular materials. The most common consumer package of granular materials is a pack – a soft package with casing in the form of a sleeve, with the bottom of various configurations, with an open filler, with or without valves. The first step is defined by a set of constructive elements of the group of packaging (Fig. 3, a). A complex package (Fig. 3, b), on the basis of which is created a group process of manufacturing of packaging used for the synthesis of group manufacturing process of packing. Items included in the group product model denoted a_1, a_2, \dots, a_{10} accordingly. In addition, there is important the size of the package, from which depends the width of plastic and the magnitude of dragging on a step when setting up the machine. It is believed that this model is set, the subsets of which are all real packages of group. As for the implementation of each constructive element of the package a_{ij} , you must perform a certain technological transition, so for the manufacture of the whole group of packaging, the FMS should have the technological capabilities for the implementation N of technological transitions

$$N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} a_{ij} \quad (1)$$

where a_{ij} – j -th element of the i -th package design,

n – number of constructive types of packaging in the group;

m_i – number of elements in the i -th packaging.

As in the real conditions on each of the technological machines can be implemented the multiple transitions, so the total number of transitions N , for which the FMS is created, can be significantly decreased. Moreover, the higher versatility of the equipment, the decrease is more substantial, the fewer pieces of equipment in the FMS and the structure is easier.

The characterization of such flexible technological operation can be determined taking into account time cost in carrying out operations for the production of products and for the readjustment when the product changes.

Defining each work position as FMS as specialised for the certain group of product operations automatic technological machine (ATM), we obtain from the condition of providing the highest concentration in the packaging structure FMS in bay-form with a technologically independent ATM. In these circumstances, it is necessary to specialize each ATM on a specific group of product operations in a such way, that the total volume of accumulated

Як приклад, розглянемо застосування такого підходу до формування групового технологічного процесу пакування сипких речовин. Найбільш розповсюдженою споживчою упаковкою із плівкових матеріалів є пакет – м'яка упаковка з корпусом у формі рукава, з дном різної конфігурації, з відкритою горловиною, з клапанами чи без них. На першому кроці визначається множина конструктивних елементів групи пакувань (рис.3, а). Комплексний пакет (рис. 3, б), на основі якого і створюється модель групи пакетів, використовується для синтезу групового технологічного процесу виготовлення групи пакувань. Елементи, що входять до моделі групи виробів, позначимо a_1, a_2, \dots, a_{10} відповідно. Окрім цього важливими будуть і розміри пакета, від яких залежить ширина плівки та величина її протягування на крок при налагодженні машини. Можна вважати, що модель групи виробів є множиною, підмножинами якої є всі реальні пакети групи. Оскільки для реалізації кожного конструктивного елемента пакета a_{ij} необхідно виконати певний технологічний перехід, то для виготовлення всієї групи пакувань ГВС повинна мати технологічні можливості для реалізації N технологічних переходів чи операцій, що входять до узагальненого технологічного процесу, а саме:

де a_{ij} – j -ий елемент i -ої конструкції пакування,

n – кількість конструктивних типів пакувань в групі;

m_i – кількість елементів в i -тому пакуванні.

Оскільки в реальних умовах на кожній з технологічних машин можна реалізувати декілька переходів, то загальна кількість переходів N , для якої створюється ГВС при розгляді може бути суттєво зменшена. Причому, чим вище універсальність устаткування, тим суттєвіше це зменшення, тим менше одиниць обладнання в ГВС і тим простіша її структура.

Характеристику такої гнучкої технологічної операції можна визначити при врахуванні витрат часу при виконанні операції на виготовлення виробів та на переналагодження при зміні виробу.

Визначаючи кожне робоче місце ГВС як спеціалізовану для певної групи виробів операцій автоматичну технологічну машину (АТМ), отримаємо із умови забезпечення найвищої концентрації пакування структуру ГВС в вигляді ділянки з технологічно незалежними АТМ. В цих умовах необхідно провести спеціалізацію кожної АТМ на певну групу виробів операцій таким чином, щоб сумарний об'єм накопичених виробів операцій був достатнім для її повного завантаження, а потім проведемо опти-

product operations was sufficient for full load and then hold optimization sequence readjustment of this product operations for each of the ATM as part of the packaging bay.

The work of intellectual ACS when diagnosing the state of technological machines.

In order to realize the concept of intellectual production, the main components of the FMS (machines, their functional modules and control units in cars, etc.), must be transformed into intelligent devices with diagnostic systems.

They must to send real-time data about their condition (working - faulty, busy - free, etc.). The data obtained from the diagnostic system can be used to detect a regular delay in the execution of transitions, overload of equipment components, and timely resolution of the problem. This helps to increase the speed, accuracy and repeatability of operations, which increases the speed of the production process and reduces the number of failures.

мізацію послідовності переналагодження цих виробопераций для кожної з АТМ в складі дільниці пакування.

Робота інтелектуальної САК при діагностуванні стану технологічних машин. Для того, щоб втілити в життя концепцію інтелектуального виробництва, основні компоненти ІГВС (машини, їх функціональні модулі і блоки управління в машинах тощо), повинні бути перетворені в інтелектуальні пристрої із системами діагностування, які в режимі реального часу передають дані про свій стан (справний - несправний, зайнятий – вільний тощо). Отримані від системи діагностування дані можуть бути використані для виявлення регулярної затримки у виконанні переходів, перевантаження компонентів обладнання і своєчасного усунення проблеми. Це допомагає підвищити швидкість, точність і повторюваність операцій, що збільшує швидкість виробничого процесу і скорочує число збоїв.

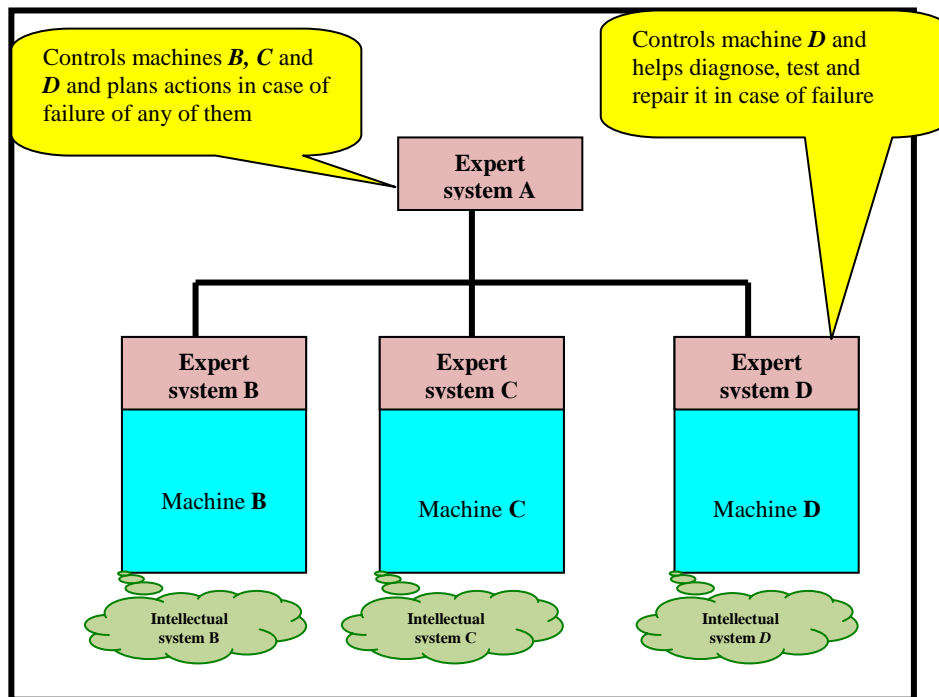


Fig. 4. Hierarchical intelligent diagnostic system / Ієрархічна інтелектуальна діагностична система [13]

CONCLUSIONS

Any production task whose algorithm is unknown or which is created on the basis of incomplete data, and systems whose programs perform actions for the solution of such a task can be attributed to artificial intelligence, if the result of their work is similar to the result of human activity in solving the same task.

REFERENCES

[1] Banaszak, Z., Zawila-Niedzwiecki, J., Rostek, K. & Gasirkiewicz, A. (2010). *IT systems in production management*. C.H. Publishing House beck, Warszawa.

ВИСНОВКИ

Будь-яке виробниче завдання, алгоритм вирішення якого заздалегідь невідомий або ж яке створюється на основі неповних даних, а системи, програми яких виконують дії для рішення такого завдання, можна віднести до штучного інтелекту, якщо результат їх роботи буде аналогічним до результату діяльності людини при вирішенні цього ж завдання.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

[1] Banaszak Z., *Systemy informatyczne w zarzadzaniu produkcja*. W: Informatyka Gospodarcza, Pod red. J. Zawila-Niedzwiecki, K. Rostek, A. Gasirkiewicz, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa, 2010, 363-400.

- [2] Banaszak, Z.A. & Zaremba, M.B.(2006). *Project-driven planning and scheduling support for virtual manufacturing*. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.17, No 6, 641-651.
- [3] Krestianpol, Olena (2013). Wsparcie informacyjne projektowania elastycznych systemow produkcji opakowan. IV Miedzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna. Wiedza i zarzadzanie przedsiwziecsami w inzynierii produkcji «INTELTRANS 2013», Krakow 109-120.
- [4] Krestianpol, O. (2013). *Information software for design of flexible manufacturing systems (FMS) of packaging*. Technological complexes, vol 2 (8), 169–176.
- [5] Krestyanpol, O.A. (5-9 September, 2013). *Features of flexible production systems of packaging production*. Materials of international scientific and technological conference. Automation: problems, ideas and solutions. Sevastopol.
- [6] Krestyanpol, O.A. (2011). *Designing features of flexible production systems of packaging production*. Technological complexes. Scientific journal, Vol 1(3), 128-133.
- [7] Krestyanpol, O.A. & Lasch, I.V. (2010). *Difficulty of material flow products in processing lines*. Scientific notes. Interuniversity collection, Vol. 28, 274-277.
- [8] Krestyanpol, O.A. (2010). *Construction principles of FMS of packaging production*. Technological complexes. Science journal, Vol. 1, 152-159.
- [9] Krestyanpol, O.A. (2012). *The development of design methods of flexible packaging production systems*. Technological complexes. Science journal, Vol. 1, 2 (5,6), 244-248.
- [10] Krestianpol, O. (2013). *Systematic and Structural Approach to the Formation of Flexible Manufacturing Systems for Packaging*. [Monografie] Computer Aided Production Engineering. Politechika Lubelska, 9-19.
- [11] Krestyanpol, O.A. (2015). *Functional model of flexible production system*. Applied computer science, Journal of science, Vol.10, No 2.
- [12] Krestyanpol, O.A. (2015). *Functional modeling of flexible manufacturing systems*. Materials of Ukrainian s-t conference "Modern technologies of industrial complex" Issue.2. Kherson, Publisher KHNTU.
- [13] Palchevsky, B., Swic, A., & Krestianpol, H.(2015). *Computer integrated designing of flexible manufacturing systems*, Lublin University of Technology, Lublin.
- [14] Świc, A. & Mazurek, L (2011). *Modeling the reliability and efficiency of flexible synchronous production line*. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability, Vol. 4 (52), 41-48.
- [15] Shigeo, Shingo. (2006). *Quick changeover: Revolutionary technology of production optimization*. Alpina Business Brooks.
- [2] Banaszak Z.A., Zaremba M.B. Project-driven planning and scheduling support for virtual manufacturing. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.17, No 6, 2006, 641-651.
- [3] Krestianpol Olena Wsparcie informacyjne projektowania elastycznych systemow produkcji opakowan. IV Miedzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna. Wiedza i zarzadzanie przedsiwziecsami w inzynierii produkcji «INTELTRANS 2013», Krakow 109-120.
- [4] Krestianpol O. Information software for design of flexible manufacturing systems (FMS) of packaging / O. Krestianpol // Technological complexes. 2013. – №2 (8). – P. 169-176.
- [5] Крестьянполь О.А. Особенности гибких производственных систем упаковочного производства. Материали международной научно-технической конференции. Автоматизация: проблемы, идеи, решения. г.Севастополе 5-9 сентября 2013 г.
- [6] Крестьянполь О.А. Особливості проектування гнучких виробничих систем пакувального виробництва // Технологічні комплекси. Науковий журнал. – № 1(3), 2011. – С. 128-133.
- [7] Крестьянполь О.А., Лащ І.В. Оцінка складності матеріального потоку виробів в технологічних лініях. // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Випуск 28. – Луцьк, 2010. – С.274-277.
- [8] Крестьянполь О.А. Принципи побудови ГВС пакувального виробництва // Технологічні комплекси. Науковий журнал. – № 1, 2010. – С. 152-159.
- [9] Крестьянполь О.А. Розвиток методів проектування гнучких виробничих систем пакування // Технологічні комплекси. Науковий журнал. – № 1,2(5,6), 2012. – С. 244-248.
- [10] Krestianpol Olena. Systematic and Structural Approach to the Formation of Flexible Manufacturing Systems for Packaging. Monografie Computer Aided Production Engineering. – Politechika Lubelska: 2013. – С. 9-19.
- [11] Крестьянполь О.А.. Функціональна модель гнучкої виробничої системи // Applied computer science, Journal of science.-Lublin: Lublin university of technology, 2015, Vol.10, No 2.
- [12] Крестьянполь О.А. Функціональне моделювання гнучких виробничих систем// Матеріали Всеукраїнської н-т конференції «Сучасні технології промислового комплексу», Вип.2.-Херсон, Видавництво ХНТУ, 2015. – С. 91-95.
- [13] Інформаційне забезпечення гнучких виробничих систем: монографія //Богдан Пальчевський, Антоні Швіц, Володимир Павлиш та інші; За заг. ред. Богдана Пальчевського і Антоні Швіца. – Луцьк: Вежа-Друк, 2014. – 344 с.
- [14] Świc A., Mazurek L.: Modeling the reliability and efficiency of flexible synchronous production line. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2011, 4 (52), s.41-48.
- [15] Сигео Синго. Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Пер. С англ.-М.:Альпина Бизнес Брукс, 2006. – 344с.