

## ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Вінницький національний технічний університет

*В статті наведені результати дослідження з розробки інструментальних засобів управління технологічною підготовкою виробництва та визначення її ефективності на машинобудівних підприємствах.*

### ВСТУП

Вразливість управлінської системи кардинально трансформує діяльність будь-якого підприємства. В умовах кризисних подій керівники організацій зосереджені на елементарному бажанні вижити. Водночас, підприємство, яке запроваджує нові ефективні управлінські рішення має додаткові конкурентні переваги. На сьогодні, одним із засобів підвищення конкурентоспроможності підприємства є робота на випередження, яка полягає у формуванні нових знань та інструментів методології управління, цілісному і комплексному підході, що враховує всі особливості підприємства.

Питання впровадження отриманого в розвинених країнах досвіду професійного управління, який і закладено в сучасні методології управління проектами в Україні, залишається відкритим. Оскільки у більшості керівників вітчизняних компаній складається думка, що методологія управління проектами в Україні «не працює», для вирішення цього завдання пропонується створити певну надбудову над процесами впровадження методологій управління в діяльність підприємств – мета-методологію управління. Мета-методологія управління є основним інструментом впливу на підприємство з метою вдосконалення всіх процесів управління [1].

Одним із основних напрямків методології є автоматизація процесів управління та прийняття рішень на основі створення і використання інформаційних технологій та систем. Інтегровані системи CAD/CAM/CAE, CAPP та PDM автоматизують більшість процесів виробництва.

Для ефективного управління технологічною підготовкою виробництва (ТПВ) на сучасному машинобудівному підприємстві необхідно використовувати дані з різних інтегрованих автоматизованих систем, які подані в різних форматах (текстовому, графічному, у вигляді 3D-моделей та інших).

Оперативність обробки даних ТПВ та їх достовірність не відповідають вимогам сучасних інформаційних технологій і не сприяють формуванню релевантного інформаційного середовища, яке підвищує ефективність використання методологій управління. Крім того, існуючі інтегровані автоматизовані системи виробничого призначення не проводять в повній мірі аналіз та управління ТПВ машинобудівного підприємства і не забезпечують підвищення ефективності роботи від їх впровадження.

Можна виділити такі основні процеси та роботи сучасної ТПВ машинобудівних підприємств:

- відпрацювання конструкції виробу, складальних одиниць на технологічність; виготовлення дослідного зразка;
- технологічне проектування – розподіл номенклатури деталей і вузлів між цехами та підрозділами підприємств; розробка технологічних маршрутів руху об'єктів виробництва; розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення і контролю деталей, складання та випробувань, а також іншої технологічної документації; типізація технологічних процесів, розробка базових і групових процесів; техніко-економічне обґрунтування технологічних процесів;
- вибір обладнання – вибір та обґрунтування універсального, спеціального, агрегатного і нестандартного обладнання; видача завдань на проектування цього обладнання, а також на проектування гнучких автоматичних ліній і комплексів, роботизованих ліній і комплексів, конвеєрів, транспортних засобів тощо.
- вибір і технологічне проектування оснащення – вибір необхідного спеціального універсального та уніфікованого оснащення; проектування (технологічне проектування) оснащення;

- нормування – встановлення поопераційних технічних норм часу всіх технологічних процесів, розрахунки норм витрати матеріалів;
- планування ТПВ – прогнозування, планування та моделювання ТПВ;
- управління оперативне (в рамках службової підпорядкованості) та стратегічне.

Створення єдиного релевантного інформаційного середовища суттєво ускладнює завдання проектування та виробництва з точки зору автоматизації та управління всіма роботами. Проте, його вирішують за допомогою застосування автоматизованих систем управління етапами життєвого циклу виробу (ЖЦВ) та впровадження сукупності підходів і засобів управління, що застосовуються цілеспрямовано на певному етапі виробництва.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Управління ТПВ є складним динамічним процесом, в якому задіяні інформаційні, матеріальні та людські ресурси. Від впровадження методології управління ТПВ залежить ефективність не лише даного етапу, але й ЖЦВ у цілому.

Водночас, з розвитком інформаційних технологій та систем існуючі нормативи розрахунку ресурсів та керування ними морально застаріли і не відповідають потребам часу. Тому доцільно створювати методологію управління, що інтегрує інструменти, процеси, знання існуючих методологій управління зі знаннями, інструментами та процесами технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств – конкретизованої методології управління.

Для вирішення завдань розрахунку норми керованості процесів ТПВ застосовано структурний підхід. Структурний підхід передбачає використання багатьох понять [2], але виділимо два основні: розділення праці та охоплення контролем як критичні для показників ефективності роботи підрозділів, задіяних в ТПВ, та які напряду впливають на такий ключовий показник діяльності, як середня вартість розробки комплексу конструкторської та технологічної документації (КТД). Складовими зазначеного показника є кількість відповідних фахівців та опосередковано – кількість рівнів контролю, що впливає на швидкість погодження документів та помилки, обумовлені людським фактором.

Дослідження існуючих схем формальних організаційних структур ТПВ дозволило виділити основні рівні горизонтального та функціонального розділення праці (рис. 1).

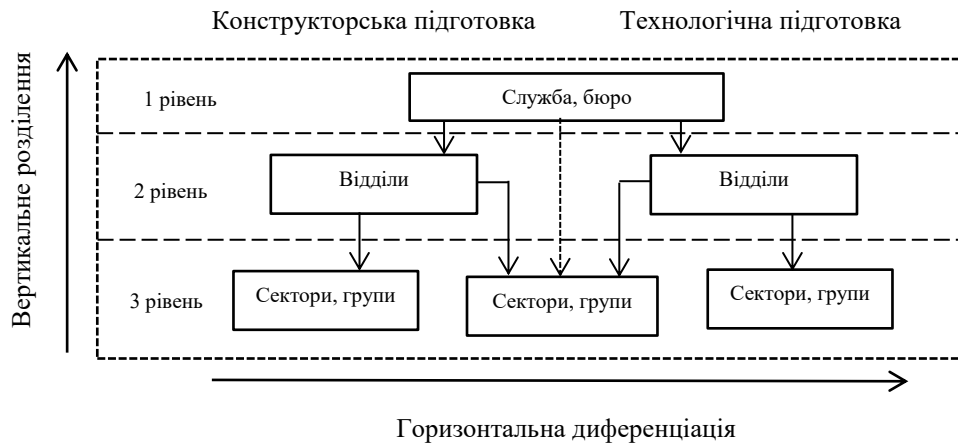


Рисунок 1 – Розділення праці під час виконання функцій ТПВ

Метою вертикального розділення праці в системі ТПВ є формалізація потоку зв'язків та повноважень, структура яких використовується в PDM системах для автоматизації документообігу в рамках механізмів погодження документів ТПВ. Горизонтальна диференціація відображує ступінь розділення праці між окремими структурними одиницями. В рамках верхнього рівня функцій ТПВ таке розділення представлене конструкторською та технологічною підготовкою. В сучасних системах ТПВ середній ступінь розділення по вертикалі дорівнює 3, а по горизонталі – може коливатися від 5 до 15 організаційних одиниць.

Норма керованості, або охоплення контролем, є кількісним показником, який характеризує чисельність співробітників (розмір організаційної одиниці), які знаходяться в підпорядкуванні одного керівника.

Модель взаємовідносин «керівник організаційної одиниці – підлеглий» може бути розглянута як сукупність факторів, які описують рівень складності зазначених взаємовідносин. Враховуючи особливості розширених підприємств та аналіз відповідних моделей, пропонуємо використовувати такі фактори з визначенням оціночних шкал:

1. Географічна віддаленість підрозділів. Сучасні розширені підприємства (або окремі їх підрозділи, які виконують функції ТПВ) можуть бути рознесені як в рамках одного підприємства, так і в межах міста, що суттєво ускладнює процес керівництва.

2. Однорідність функцій, які повинен контролювати керівник організаційної одиниці ТПВ.

3. Складність функцій. Керівництво розглядається з точки зору можливості аналізу керівником типових стандартизованих функцій підлеглих, тобто розглядається необхідний рівень компетентності та час, необхідний для управління.

4. Керівництво і контроль. Фактор відображає час, який керівник витрачає на управління підрозділами.

5. Координація. Розглядається аспект, який враховує завантаженість керівника щодо координації роботи його підрозділу з іншими організаційними одиницями в рамках технологічного процесу.

6. Планування. Фактор розглядає питання керівництва з точки зору самостійності керівника підрозділу щодо планування роботи організаційної одиниці.

Індекс керівництва розраховується за формулою:

$$I_K = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot f_i \quad (1),$$

де  $g_i$  – вагові коефіцієнти, які розраховуються з використанням методу попарного порівняння [3];

$f_i$  – бали, призначені експертами кожному фактору  $f_i = \{1 \div 5\}$  [4].

Рівень охоплення контролем визначається з використанням індексу керівництва (таблиця 1).

Таблиця 1 – Рівень охоплення контролем в залежності від індексу керівництва

Індекс керівництва, $I_K$	Стандартний рівень охоплення контролем, чол.	$K_B$ , кількість потенційних взаємовідносин, шт.	% часу, який витрачається на керівну роботу
1	7–9	454–2312	50 %
2	6–8	197–1431	40 %
3	5–7	84–454	35 %
4	4–6	35–197	30 %
5	3–5	14–84	25 %

Дані щодо відсотку часу, який витрачається для організації роботи підлеглих (керівництва роботою організаційної структури), використовуються в імітаційних моделях взаємодії фахівців у системі ТПВ розширених виробництв як статистичні дані для моделювання інформаційних потоків, процесів погодження документів в PDM системі під час математичного описання відповідних функцій за допомогою статистичних моделей [5 – 6].

Вхідними даними для таких розрахунків є чисельність фахівців, задіяних в ТПВ, як один з ключових показників діяльності. Ця чисельність повинна розраховуватися відповідно до норм розробки конструкторсько-технологічної документації.

Чисельність співробітників, зайнятих ТПВ, залежить від цілої низки факторів: обсягів виробництва, темпів виведення нових зразків продукції на ринок, стану єдиного інформаційного середовища та програмних і апаратних засобів, які використовуються для розробки КТД.

Процеси виходу на закордонні ринки збуту, впровадження сучасних інформаційних технологій, створення єдиного інформаційного простору ТПВ в рамках розширених виробництв з одного боку створило необхідні умови для перегляду підходів планування, а з іншого – дозволило по-новому

підійти до зазначеного питання у зв'язку з такими можливостями, як документовані «Work Flow» процедури у PDM системах, що спрощує процедури обліку часу, необхідного для розробки комплектів КТД.

Розглянемо модель для визначення необхідної кількості фахівців конструкторсько-технологічної підготовки, виходячи з планових показників діяльності підприємства, щодо випуску продукції з урахуванням міжгалузевих норм часу розробки конструкторської і технологічної документації.

Чисельність фахівців, задіяних в конструкторсько-технологічній підготовці, розраховується за формулою

$$C_{КТБ} = C_K + C_T + C_I. \quad (2)$$

Виходячи з (2), кількість співробітників, які беруть участь у розробці документації, умовно можна розділити на дві групи: співробітники, які безпосередньо беруть участь у розробці КТД (4), та співробітники, які виконують керівні та адміністративні функції:

$$C_{K+T} = C_K + C_T. \quad (3)$$

Показники чисельності  $C_{K+T}$  та  $C_I$  пов'язані коефіцієнтом  $\eta_I$ , який на практиці набуває значень від 0,10 до 0,20, тобто відсоткова вага співробітників, що виконують управлінські та адміністративні функції, в загальній чисельності співробітників КТБ, дорівнює 10–20 %:

$$\eta_I = \frac{C_I}{C_K + C_T + C_I} = \{0,1 \div 0,2\}. \quad (4)$$

Як правило, розрахунок необхідної для розробки КТД чисельності співробітників виконується виходячи з номенклатурного плану виробів за рік або планової кількості комплектів

КТД  $N_{КТДП} = \sum_{i=1}^n N_{КТДП_i}$  та часу їх розробки  $T_{КТД} = T_{КД} + T_{ТД}$ :

$$C_{K+T} = \frac{N_{КТДП} \cdot T_{КТД}}{\Phi_{РЧ}}, \quad (5)$$

де  $\Phi_{РЧ}$  – фонд річного робочого часу.

Далі, за встановленим на підприємстві коефіцієнтом  $\eta_I$ , виходячи з (4) та (5), визначають кількість співробітників, необхідну для виконання керівних та адміністративних функцій:

$$C_I = \frac{C_{K+T}}{(1 - \eta_I)}. \quad (6)$$

Слід зазначити, що такий підхід дає загальне уявлення про необхідну кількість співробітників, оскільки бере до уваги тільки норму робочого часу і не враховує складність документації, засоби автоматизації розробки та багато інших факторів.

Модель визначення необхідної кількості фахівців як функції декількох змінних може бути подана у такому вигляді:

$$C_{K+T} = f(P_O, \kappa_{П}), \quad (8)$$

де  $P_O$  – основні параметри проекту, що розробляється;  $\kappa_{П}$  – поправочні коефіцієнти.

Основні параметри проекту включають об'єкт проектування, стадії проектування, категорії новизни, фактичний формат, кількість листів, групи складності.

До поправочних коефіцієнтів слід віднести: серійність виробництва, відсоток коригування (внесення змін), досвід роботи співробітника, супутні роботи, особливості використання виробу, виконання рамок і штампів, програмне забезпечення, масштаб та щільність заповнення креслень, ступінь готовності креслень, відсоток використання основного варіанта, мова оформлення проекту, використання аплікацій, суміщення креслень.

Слід зазначити, що основні параметри проекту визначають нормативи часу на розробку документації у відповідності до нормативних таблиць. Поправочні коефіцієнти використовуються з метою урахування всіх умов проектування.

Слід також зазначити, що наведені коефіцієнти не враховують особливості роботи фахівців, задіяних у розробці КТД, в єдиному інформаційному полі, що може суттєво скорегувати коефіцієнти, які мають один з найбільших діапазонів змінювання.

## ВИСНОВКИ

1. Запропоновано використання конкретизованої методології управління, яка полягає в інтеграції інструментів, процесів, знань існуючих методологій управління із знаннями, інструментами та процесами технологічної підготовки виробництва машинобудівного підприємства.

2. Наведено структурний підхід для розгляду організаційних моделей ТПВ і забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності підрозділів підприємства та зв'язків між ними.

3. Запропоновано розширити поняття норми керованості шляхом введення показника – індексу керівництва  $I_k$ , який враховує складність нового взаємовідношення у рамках ТПВ та дозволяє розраховувати статистичні часові показники для функцій, що описують операції прийняття рішень в імітаційних моделях.

4. Розроблено модель розрахунку необхідної кількості фахівців для ефективної технологічної підготовки виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тесля Ю. М. Науково-методологічні засади мета-методології впливу на управління проектами на основі концепції несилової взаємодії / Ю. М. Тесля, Ю. Л. Хлевна, А. О. Хлевний // Інформаційні технології та взаємодії : тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференція, 8–10 листопада 2016 р. / М-во освіти і науки України, КНУ ім. Тараса Шевченка. – К., 2016. – С. 113–115.

2. Жук К. Д. Исследование структуры и моделирование логико-динамических систем / К. Д. Жук, А. А. Тимченко, Т. И. Доленко. – К. : Наук. думка, 1975. – 197 с.

3. Фрэнк Харари. Теория графов./ Фрэнк Харари . – М. : Эдиториал УРСС, 2003. – 296 с.

4. Мильнер Б. З. Теория организации. / Б. З. Мильнер. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 655 с.

5. Павленко П. М. Метод відбору ключових показників ефективності технологічної підготовки виробництва / П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник інженерної академії України. – 2013. – № 3–4. – С. 189–194.

6. Хлевний А. О. Метод оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва / А. О. Хлевний // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 4. – С. 85–92.

## REFERENCES

1. Tesla I. M. Khlevna I. L., Khlevnyy A. O. (8-10 November 2016) Scientific and methodological principles of meta-methodology impact on project management based on the concept of non-coercive interaction. Proceedings of the III International scientific-practical conference "Information technologies and interaction" : Kiev, P. 113-115.

2. Zhuk, K. D., Timchenko A. A., Dolenko T. I. Investigation of the structure and modeling of logic-dynamic systems. Kyiv, Science. Dumka. 1975. 197 p.

3. Harari, Frank. Graph theory. Lane. From English. Ed. V. P. Kozyrev, G. P. Gavrilova. 2nd. Moscow, Editorial URSS. 2003. 296 p. (in Russian).
4. Mylner B. Z. Organization theory. Second edition, revised and enlarged. Moscow, INFRA-M. 2000. 655 p. (in Russian).
5. Pavlenko P., Khlevnyy A. The method of selection of key performance indicators of technological preparation of production. Journal of Engineering Academy of Ukraine. 2013. N 3-4. P.189-194.
6. Khlevnyy A. A method for evaluating the quality control system of production. Journal of Khmelnytsky National University. 2013. N 4. P.85-92.

**А. О. Хлевний<sup>1</sup>, Ю. Л. Хлевна<sup>2</sup>, Н. С. Семічаснова<sup>3</sup>**

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА**

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Вінницький національний технічний університет

В статті наведені результати дослідження з розробки інструментальних засобів управління технологічною підготовкою виробництва та визначення її ефективності на машинобудівних підприємствах.

Об'єкт дослідження – процеси технологічної підготовки виробництва.

Мета роботи – розробка моделі оцінки індексу керівництва з урахуванням особливостей машинобудівних підприємств.

На сьогодні, одним із засобів підвищення конкурентоспроможності підприємства є робота на випередження, яка полягає у формуванні методології управління, що інтегрує інструменти, процеси, знання існуючих методологій управління із знаннями, інструментами та процесами технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств – конкретизованої методології управління.

Водночас, одним з основних напрямків методології є автоматизація процесів управління та прийняття рішень на основі створення і використання інформаційних технологій та систем. Інтегровані системи CAD/CAM/CAE, CAPP та PDM автоматизують більшість процесів виробництва.

Для вирішення задач розрахунку норми керованості процесів ТПВ використано структурний підхід для забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності підрозділів підприємства та зв'язків між ними.

Запропоновано розширити поняття норми керованості шляхом введення показника – індексу керівництва  $I_k$ , який враховує складність нового взаємовідношення в рамках ТПВ та дозволяє розраховувати статистичні часові показники для функцій, які описують операції прийняття рішень в імітаційних моделях.

Розроблено модель розрахунку необхідної кількості фахівців для ефективної технологічної підготовки виробництва.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, технологічна підготовка виробництва, ефективність управління, конкретизована методологія управління.

*Хлевний Андрій Олександрович*, кандидат технічних наук, провідний інженер відділу маркетингу та технічного розвитку, Національний авіаційний університет, e-mail: andlev@yandex.ua

*Хлевна Юлія Леонідівна*, кандидат технічних наук, асистент кафедри технологій управління, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, email: yuliya-khlevna@yandex.ua

*Семічаснова Наталія Степанівна*, старший викладач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: semichasnova@yandex.ru

## EFFECTIVENESS OF PREPRODUCTION ENGINEERING MANAGEMENT

<sup>1</sup>National Aviation University

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv

<sup>3</sup>Vinnitsya National Technical University

The paper presents the results of research and development of the tools for preproduction engineering management and determination of its effectiveness at mechanical engineering enterprises.

Research object – preproduction engineering processes.

Research aim – development of the model of management index estimation, taking into account characteristic features of mechanical engineering enterprises.

Today, one of the means to increase an enterprise competitiveness is proactive work, which consists in elaboration of such management methodology that integrates tools, processes and knowledge of the existing management methodologies with the knowledge, tools and processes of preproduction engineering at the mechanical engineering enterprises, i. e. elaboration of a customized management methodology.

At the same time, one of the main preproduction methodology directions is automation of management and decision making processes, based on creation and application of IT technologies and systems. Integrated CAD / CAM / CAE and PDM systems provide automation of the most production processes.

To solve the problems related to calculating the span of control of preproduction engineering processes, a structural approach is used to provide operational analysis of the main elements of the enterprise subdivisions activities and their interrelations.

We propose to expand the “span of control” notion by introducing a management index  $I_m$  that takes into account complexity of the new relationship within preproduction engineering and makes it possible to calculate statistical time indices for the functions, which describe decision making operations in simulation models.

A model has been developed for calculating the number of employees required to ensure effective preproduction engineering processes.

**Key words:** information technology, preproduction engineering, management effectiveness, customized management methodology.

*Hlevnyy Andrii*, Ph. D., Senior Engineer of marketing and technical development, National Aviation University, e-mail: andlev@yandex.ua

*Hlevna Yuliya*, Ph. D., Assistant Department of Technology Management, Taras Shevchenko National University of Kyiv, e-mail: yuliya-khlevna@yandex.ua

*Semichasnova Nataliya*, Senior lecturer in technology and automation engineering, Vinnitsya National Technical University, e-mail: semichasnova@yandex.ru

А. А. Хлевный<sup>1</sup>, Ю. Л. Хлевная<sup>2</sup>, Н. С. Семичаснова<sup>3</sup>

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ ПРОИЗВОДСТВА

<sup>1</sup>Национальный авиационный университет

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

<sup>3</sup>Винницкий национальный технический университет, университет

В статье приведены результаты исследования по разработке инструментальных средств управления технологической подготовкой производства и определение ее эффективности на машиностроительных предприятиях.

Объект исследования – процессы технологической подготовки производства.

Цель работы – разработка модели оценки индекса руководства с учетом особенностей машиностроительных предприятий.

На сегодня, одним из способов повышения конкурентоспособности предприятия является работа на опережение, которая заключается в формировании методологии управления, интегрирующая инструменты, процессы, знание существующих методологий управления со знаниями, инструментами и процессами технологической подготовки производства машиностроительных предприятий – конкретизированной методологии управления.

Вместе с тем, одним из основных направлений методологии является автоматизация процессов управления и принятия решений на основе создания и использования информационных технологий и систем. Интегрированные системы CAD / CAM / CAE, CAPP и PDM автоматизируют большинство процессов производства.

Для решения задач расчета норм управляемости процессов ТПП использован структурный подход для обеспечения операционного анализа основных элементов деятельности подразделений предприятия и связей между ними.

Предложено расширить понятие нормы управляемости путем введения показателя – индекса руководства  $I_k$ , учитывающего сложность нового взаимоотношения в рамках ТПП и позволяющего рассчитывать статистические временные показатели для функций, которые описывают операции принятия решений в имитационных моделях.

Разработана модель расчета необходимого количества специалистов для эффективной технологической подготовки производства.

**Ключевые слова:** информационная технология, технологическая подготовка производства, эффективность управления, конкретизированная методология управления.

*Хлевный Андрей Александрович*, кандидат технических наук, ведущий инженер отдела маркетинга и технического развития, Национальный авиационный университет, e-mail: andlev@yandex.ua

*Хлевная Юлия Леонидовна*, кандидат технических наук, ассистент кафедры технологий управления, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, e-mail: yuliya-khlevna@yandex.ua

*Семичаснова Наталья Степановна*, старший преподаватель кафедры технологий и автоматизации машиностроения, Винницкий национальный технический университет, e-mail: semichasnova@yandex.ru