

18. **Виберг І. Ф.** Заполнители для бетона из отходов горно-обогатительной промышленности / **И. Ф. Виберг** // Бетон и железобетон, 1975, № 3, С. 12 - 13.

19. **Руденко О. В.** Відходи гірничо-збагачувального виробництва: особливості при визначенні їх об'єктом обліку / **О. В. Руденко** // ISSN 2074-5362. Європейський вектор економічного розвитку. - 2011. - № 1 (10). – С. 202 – 207

Рукопис подано до редакції 21.03.2022

УДК 681.518

М.В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.,
Н.І. ЦИВІНДА, А.О. РЯЗАНЦЕВ, кандидати техн. наук, доценти
Криворізький національний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АУТСТАФФІНГУ АБО АУТСОРСИНГУ

Мета. Мета даної роботи полягає в досягненні ефективності процесів аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення, при співпраці з профільними інжиніринговими компаніями, за рахунок наукового обґрунтування параметрів угод інструментального оснащення, які відповідають ресурсним характеристикам всіх видів інструментів та властивостям матеріалів, що піддаються обробці.

Методи дослідження. Результати роботи по обґрунтуванню параметрів інструментального забезпечення виробництва отримані шляхом теоретичних, статистичних і експериментальних досліджень. Для раціонального використання коштів обсяги і терміни замовлень в системах аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення здійснюються за схемою «мінімум-максимум запасів». В якості експериментальних досліджень використано дані обробки броні конусних дробарок, де фіксувались граничні спрацювання ріжучих пластин, та проведена подальша перевірка гіпотези про вид закону розподілу ймовірності значень стійкості ріжучих пластин з надтвердих матеріалів на основі кубічного нітриду бору.

Наукова новизна. Організація процесів підготовки і керування виробничими процесами у машинобудуванні залежить від ефективності інструментального забезпечення виробничих операцій. Виходячи із великої витратності процесів підготовки виробництва, потреби підприємств інвестувати власні кошти і значної відстані до моменту отримання прибутку, стає актуальним розробка ефективних бізнес-процесів підготовки виробництва на засадах умов аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення із значним скороченням системних (організаційних) і цільових (об'єктно-орієнтованих) витрат на придбання інструментального оснащення.

Практичне значення. Мінімальні витрати у сучасному виробництві досягаються при правильному поєднанні ефективності різних форм зовнішньої інжинірингової допомоги, яка може надаватись у формах аутстафінгу або аутсорсингу, що є управлінською технологією, яка скоротить витрати фірми, а може збільшити її доходи. Це досягається за рахунок концентрації грошових, тимчасових і трудових ресурсів на веденні основної бізнес-діяльності, що істотно підвищує її продуктивність

Результати. Було виявлено, що встановлення обґрунтованих параметрів замовлень інструменту, термінів отримання, раціональних витрат досягається без додаткових витрат, завдяки системному накопиченню статистичних даних про стійкість інструменту з подальшою обробкою за допомогою доступного програмного забезпечення.

Ключові слова: інструментальне оснащення, бізнес-процеси, підготовки виробництва, аутстафінг, аутсорсинг, ефективність процесів інструментального забезпечення.

doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-103-109

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Організація інструментального забезпечення машинобудівного виробництва є вагомим витратною операцією підприємства, що стримує перспективу отримання замовлень і ефективної діяльності і через це вимагає перебудови існуючих бізнес-процесів. Досвід проведення підготовки виробництва встановив параметри витрат підприємства:

проектування та виготовлення комплекту технологічного оснащення становить за трудомісткістю до 80%, за тривалістю – 90% загальних витрат на технологічну підготовку виробництва нових виробів;

витрати на оснащення нових виробів становлять 8-15% собівартості, а оборотні кошти, вкладені у виготовлення та придбання технологічного оснащення, займають від 15 до 40% від загальної суми оборотних засобів підприємства;

на окремих підприємствах чисельність працівників інструментального господарства становить 20-25% від числа робітників, зайнятих в основному виробництві.

Розглянута проблема найменш досліджена та не має достатньо повного теоретичного та практичного рішення.

Аналіз досліджень і публікацій. Машинобудівні підприємства характеризуються високим ступенем автономності організації виробничого процесу, де значну роль відіграють допоміжні та обслуговуючі структурні підрозділи. Обтяження непрофільними видами діяльності в умовах нестабільності зовнішнього середовища та конкуренції, що росте, на зовнішніх ринках істотно знижує ефективність їх функціонування [1]. Аналіз теорії та досвіду роботи зарубіжних компаній показує, що підвищення ефективності виробництва забезпечується, у тому числі за рахунок розбудови структури організації, переходу до активної політики інноваційного оновлення, здатності адаптуватися до змін ринку шляхом виділення непрофільних виробництв та організації аутсорсингу [1].

Термін аутсорсинг (англ. «outsourcing») походить від англійських слів «outside resource using» і дослівно означає «використання зовнішніх ресурсів» [5, с. 7]. Процес аутсорсингу, передачі низки функцій економічного суб'єкта стороннім організаціям, є природним елементом еволюції форм господарювання як в українській, так і у міжнародній економіці. Якщо розглядати це явище на рівні економічних суб'єктів, то можна стверджувати, що аутсорсинг є одним з найперспективніших шляхів підвищення ефективності діяльності підприємства, а саме покращення якості продукції, зниження витрат та економії ресурсів, підвищення продуктивності праці, а також доступу до передових технологій. Це явище настільки багатогранне, що породило безліч його досліджень і публікацій [7-17]. Дослідженням, що стосуються залучення аутсорсингу в діяльності підприємства, сьогодні присвячують свої роботи велику кількість вчених, серед яких вагомий внесок у вивчення цього питання внесли Дж. Б. Хейвуд, Е. Андресон, Дж. Хендрі, Б.А. Анікін, Д.М. Михайлов, І.Г. Альтшулер та інші. Розробляючи оптимальну стратегію застосування аутсорсингу, вони сформулювали концептуальні основи нової методології управління, досліджували практичні моменти використання аутсорсингу.

Враховуючи важливість інструментального забезпечення (ІЗ) виробничих процесів на підприємствах створюються служби ІЗ із повною або спрощеною структурами [6], які передбачають наявність інструментального виробництва, інструментального відділу, інструментально-роздавальні комори, бюро інструментального господарства, інструментальні групи по забезпеченню виробництва. Названі структурні підрозділи повинні мати висококваліфікований персонал, свої схеми підпорядкування, принципи і правила надійного інструментального оснащення виробничих операцій.

Проте не завжди компанії можуть собі дозволити утримувати великий штат персоналу з інструментального забезпечення виробничих процесів. Саме тому стає доцільним залучення позаштатного фахового персоналу та передача бізнес-процесів на інструментальне обслуговування компаніями підрядниками. Саме такими послугами є аутстафінг та аутсорсинг.

Сучасні зміни у організації машинобудівних виробництв, їх підвищена мобільність, орієнтація на багатомономенклатурне виробництво із швидкими темпами підготовки виробництва, вимагають перебудови бізнес-процесів інструментального оснащення виробництва, де їх ефективність може досягатись за рахунок умов аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення. За допомогою даної управлінської технології вдається не тільки скоротити витрати фірми, а й збільшити її доходи. Це досягається за рахунок концентрації грошових, часових та трудових ресурсів на веденні основної бізнес-діяльності, що істотно підвищує її продуктивність.

Постановка задачі. Задачі дослідження полягають в досягненні ефективності процесів аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення, при співпраці з профільними інжиніринговими компаніями, за рахунок наукового обґрунтування параметрів угод інструментального оснащення, які відповідають ресурсним характеристикам всіх видів інструментів та властивостям матеріалів, що піддаються обробці.

Виклад матеріалу і результати. В умовах процесів інструментального забезпечення на підставі угод аутстафінгу або аутсорсингу замовник здійснює приймання, перевірку, зберігання, видачу та облік руху інструменту на підприємстві. Для раціонального використання ко-

штів обсяги і терміни замовлень в системах аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення здійснюються за схемою (рис. 1) «мінімум-максимум запасів» [6].

Рис. 1. Структура запасів інструменту у Заводника за схемою «мінімум-максимум»

Сутність цієї системи полягає у розрахунку за певною методикою трьох норм запасу інструменту: мінімум – максимум – точка замовлення (Z_{\min} – Z_{\max} – $Z_{r,3}$) та організації безперервного інструментозабезпечення, при дискретності періодів постачання.

Мінімальний запас Z_{\min} визначається через потребу i -го виду інструменту для початку процесів обробки першої (повної) партії замовлення $N(i)$ на період придбання (T_c), що відповідає вимогам щодо термінів підготовки виробництва.

Розмір Z_{\min} визначають опираючись на усереднений (часто декларативний) показник стійкості інструменту, що стає причиною дезорганізації виробництва, через факт розсіювання працездатності інструменту, який залежить від ресурсних характеристик конструкції і матеріалів інструментів та властивостям матеріалів, що піддаються обробці.

Максимальний запас визначається по формулі:

$$Z_{\max} = Z_{\min} + N_{\min}, \quad (1)$$

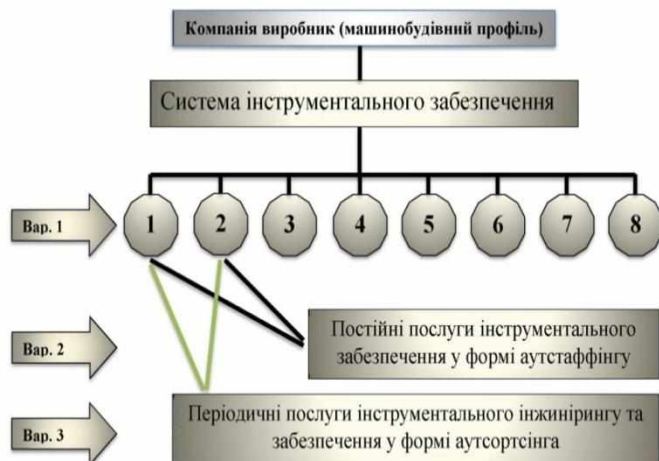
де N_{\min} – гарантований запас для обробки першої (повної) партії замовлення $N(i)$.

Z_{\max} може створюватись дискретно відповідно до календарного плану замовлень та раціоналізації витрат на придбання інструменту.

При виборі оптимального варіанта системи інструментозабезпечення виробничих підрозділів в системах аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення слід виходити з принципу досягнення своєчасного та якісного постачання інструменту при мінімальних витратах на процеси обслуговування з урахуванням втрат, спричинених організацією цих процесів.

Мінімальні витрати у сучасному виробництві досягаються при правильному поєднанні ефективності різних форм зовнішньої інжинірингової допомоги (рис.2), яка може надаватись у формах аутстафінгу або аутсорсингу, що є управлінською технологією, яка скоротить витрати фірми, а може збільшити її доходи. Це досягається за рахунок концентрації грошових, тимчасових і трудових ресурсів на веденні основної бізнес-діяльності, що істотно підвищує її продуктивність.

Рис. 2. Варіанти інструментального забезпечення виробничих процесів, де *Var.1* – класична схема інструментального забезпечення (1 – інструментальний відділ підприємства (інжиніринг інструментального забезпечення); 2 – відділ менеджменту варіантів інжинірингу та придбання інструментів провідних виробників інструменту; 3 – інструментальне виробництво; 4 – центральний інструментальний склад; 5 – цехові інструментальні бюро; 6 – інструментально-видаткові комори; 7 – дільниці відновлення інструменту; 8 – дільниці утилізації інструменту), *Var.2* – схема інструментального забезпечення із збереженням або залученням висококваліфікованого персоналу при скороченні функцій інструментальної системи, *Var.3* – схема інструментального забезпечення «за потребою»



Інструментальне забезпечення потребує висококваліфікованого персоналу [18]. Однак не завжди компанії потрібно утримувати великий штат персоналу для утримання інструментального виробництва, інструментальні відділи, дільниці, інструментально-видаткові комори та інше. Саме тому послуги залучення позаштатного персоналу та передача бізнес-процесів на

обслуговування процесів інструментального забезпечення може бути доручено компаніям підприємствам. Це стає актуальним при збільшенні обсягів інструментів, що постачаються провідними світовими виробниками інструменту. Саме такі послуги можуть здійснюватись у формі аутстафінгу та аутсорсингу.

Аутстафінг – це послуга виведення персоналу за межі офіційного штату організації [5]. При цьому у працівників змінюється офіційний роботодавець, ним стає аутстафінгове агентство. При аутстафінгу персонал оформляється у компанії провайдера. Окрім цього, для працівників нічого не змінюється. Вони виконують ту ж роботу, що й раніше, завдання їм дає колишній роботодавець. Для роботодавця ця послуга дає змогу скоротити витрати до 30%.

При аутсорсингу компанія провайдер підбирає персонал для замовника за заданими критеріями і відправляє його працювати у вашу компанію.

Але зміна організаційних форм системи інструментального забезпечення це потрібна, але недостатня умова підвищення ефективності бізнес-процесів, тому що кількісні параметри угод мають ризики, природу яких потрібно враховувати. Це полягає в тому, що обов'язковою умовою визначення параметрів інструментозабезпечення в системах аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення стає врахування ресурсних характеристик всіх видів інструментів та властивостей матеріалів, що піддаються обробці та визначення «алгоритму» вирішення завдання підвищення ефективності інструментозабезпечення на машинобудівних підприємствах з динамічними умовами виробництва за частотою зміни виробів, що випускаються.

Врахуванням ресурсних характеристик всіх видів інструментів та властивостей матеріалів, що піддаються обробці відбувається при визначенні параметрів $Z_{\min} = T_{\text{маш}} / C_{\min}$, де потрібно аналізувати ефект розсіювання значень стійкості інструменту для заданих умов і встановлювати обґрунтоване значення C_{\min} ($T_{\text{маш}}$ – розрахунковий машинний час для виконання обробки заданих обсягів).

Для прикладу актуальності наведених рекомендацій приводимо докази, щодо використання ресурсних характеристик інструменту (ріжучих пластин з надтвердих матеріалів (ПСТМ) на основі кубічного нітриду бору (КНБ) отримані для визначення потреб інструментального забезпечення процесів обробки партії деталей із сталі 110Г13Л, які отримані при проведенні експериментальних досліджень обробки броні конусних дробарок, де фіксувались граничні спрацювання ріжучих пластин [2-4].

Оцінивши отримані результати, робимо висновки, що всі опрацьовані масиви підпорядковуються нормальному розподілу (рис. 3) [4]. Про це свідчать значення всіх визначених критеріїв, які використовуються для з'ясування та позначення нормальності.

Для розуміння потреб у інструменті при формуванні замовлення для заданої партії виробів є характеристики розсіювання значення стійкості $n=63$ (число пластин), $C_{\text{сер.}} = 19$ хв. (середня стійкість пластини), $D = 74$ дисперсія розсіювання, $S = 8,9$ середньоквадратичне відхилення значень стійкості (рис. 3) [4].

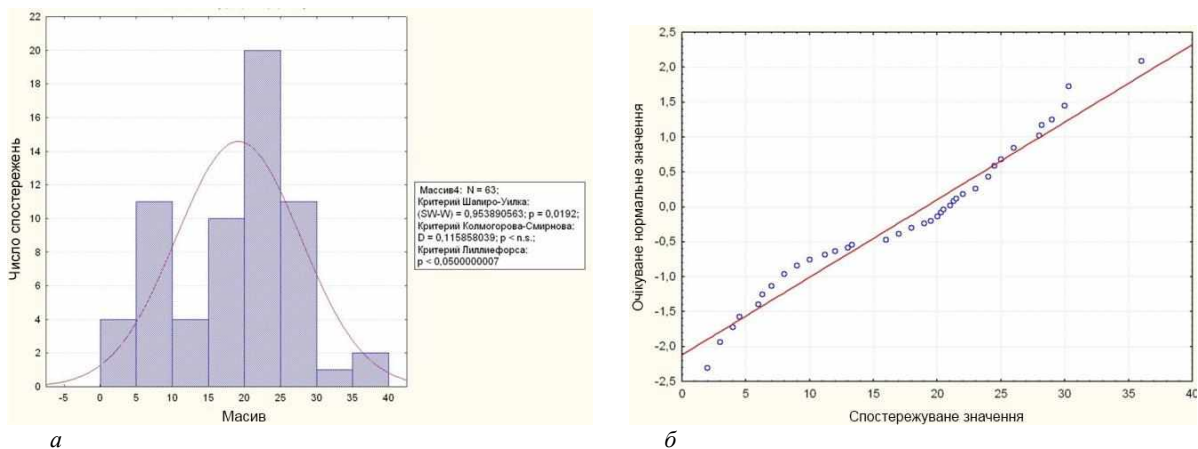


Рис. 3. Гістограма розподілу значень стійкості (а). Перевірка гіпотези про вид закону розподілу ймовірності значень стійкості. Нормальний ймовірнісний графік масиву (б)

Але для більш коректного розуміння і сприйняття ресурсних характеристик ріжучих пластин і, відповідно, більш точного формування замовлення потрібно врахувати на те, що серед

даних зведених до масивів чітко прослідковуються 2 окремі процеси, які розділяють закономірності потреби кількості пластин для процесів чорнової і чистої обробки. Після опрацювання даних отриманих по кожному з масивів, встановлена межа між двома процесами і здійснивши розподіл прийшли до наступних результатів.

1. Масив 1-1 – Кількість відпрацьованих годин пластин з КНБ, які використовувались лише при чорновій обробці броні (рис. 4) [4].

У даному масиві (1-1) $C_{сер.} = 7,5$ хв. (середня стійкість пластини), $D = 9,28$ дисперсія розсіювання, $S = 3,07$ середньоквадратичне відхилення значень стійкості

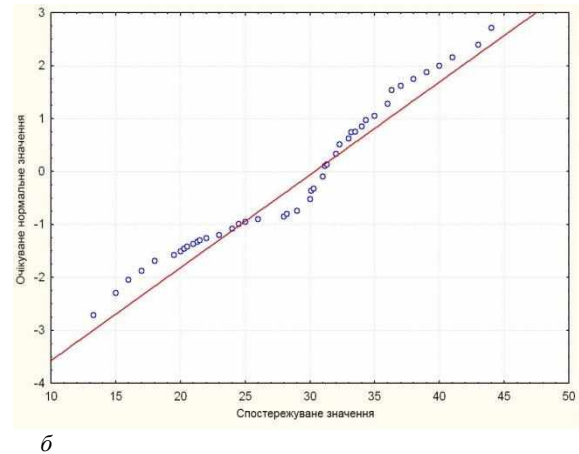
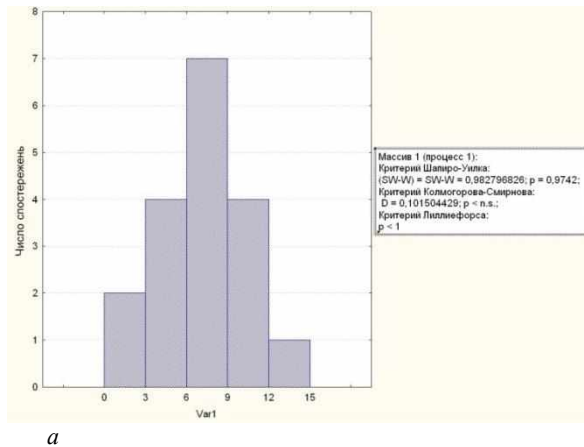


Рис. 4. Гістограма масиву 1-1 (а). Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-1 (б)

2. Масив 1-2 – Кількість відпрацьованих годин пластин з КНБ, які використовувались лише при чистовій обробці броні (рис. 5) [4].

В цьому масиві (1-2) $C_{сер.} = 30$ хв. (середня стійкість пластини), $D = 29$ дисперсія розсіювання, $S = 5,04$ середньоквадратичне відхилення значень стійкості.

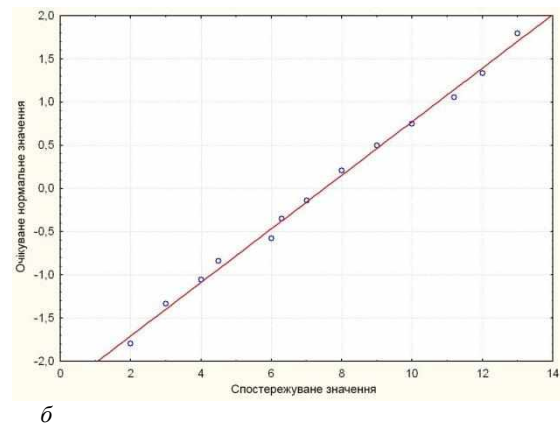
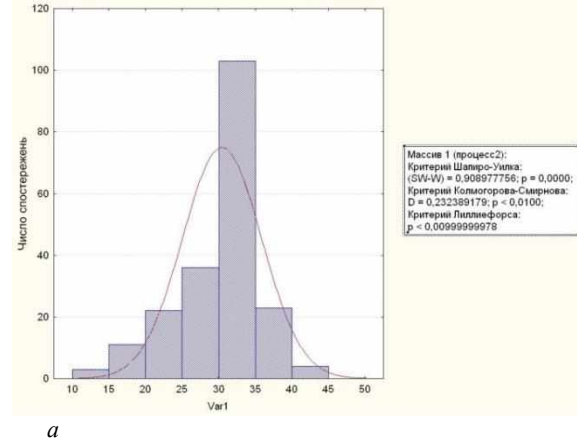


Рис. 5. Гістограма масиву 1-2 (а). Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-2 (б)

Таким чином для обґрунтування кількості потрібного інструменту потрібно скористатися властивостями нормального закону розподілу ймовірності значень стійкості за параметрами встановленого закону (2) та встановити величину Z_{min} за узгодженою величиною ризику (3)

$$f(t) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-t_{сер.})^2}{2S^2}}, \quad (2)$$

де $S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (t_i - t_{сер.})^2}$ – середнє квадратичне відхилення; $t_{сер.} = \frac{\sum t_i}{N}$ – середнє значення стійкості інструменту.

$$F_0(x) = \int_{-\infty}^x f_0(x) dx, \quad (3)$$

де f_0 – функція щільності розподілу ймовірності значень стійкості, $f_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$, в якій для

спрощення підрахунків застосовують підстановку $U_p = \frac{t - t_{cep}}{S} = x$, де x – квантиль нормального розподілу, що відповідає задовільній величині ризику виконання задач обробки.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Організація процесів підготовки і керування виробничими процесами у машинобудуванні залежить від ефективності інструментального забезпечення виробничих операцій. Виходячи із великої витратності процесів підготовки виробництва, потреби підприємств інвестувати власні кошти і значної відстані до моменту отримання прибутку, стає актуальним розробка ефективних бізнес-процесів підготовки виробництва на засадах умов аутстафінгу або аутсорсингу послуг інструментального забезпечення із значним скороченням системних (організаційних) і цільових (об’єктно-орієнтованих) витрат на придбання інструментального оснащення. Встановлення обґрунтованих параметрів замовлень інструменту, термінів отримання, раціональних витрат досягається без додаткових витрат, завдяки системному накопиченню статистичних даних про стійкість інструменту з подальшою обробкою за допомогою доступного програмного забезпечення (у багатьох випадках безкоштовного).

Список літератури

1. Юрин Д. Ю. Экономические границы применения аутсорсинга. – Colloquium-journal. – 2019. – № 10-8 (34). С. 180-182.
2. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Чернявська О.В., Лаухіна Л.І., Зуєв І.О. Аналіз призначення рівня режимів різання за виробничими критеріями. – Вісник Криворізького національного університету. Збірник наукових праць. – Вип.52. Кривий Ріг, 2021. – С.54-58.
3. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Третяк В.В. Вибір засобів мехатроніки для адаптивного керування стійкістю ріжучої кромки інструментів із ПСТМ на верстатах з ЧПК. – Авиационно-космическая техника и технология. Научно-технический журнал. – Вип.8 (152). Харків «ХАІ», 2018. – С.74-81.
4. Цивінда Н.І. Вплив стійкості різців з пластинами з ПНТМ на основі КНБ на ймовірність завершення технологічної операції. – Гірничий вісник. Науково-технічний збірник. – Вип. 95(1). Кривий Ріг, 2012. – С. 121-124.
5. Аникин, Б.А. Рудая И.Л. Аутсорсинг и аутстафтинг: высокие технологии менеджмента: учеб. пособ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 320 с.
6. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. Учебник: «Вища школа», 1990. – 424 с.
7. Попова Т.О. Аутсорсинг в системі антикризового управління промисловим підприємством. – Запорізька державна інженерна академія, http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_1_171.pdf
8. Caprile M., Llorens C. Outsourcing and industrial relations in motor manufacturing, <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2000/outsourcing-and-industrial-relations-in-motor-manufacturing>
9. Загородній А.Г., Партин Г.О. Аутсорсинг та його вплив на витрати підприємства. – Фінанси України. – 2009. – №9. – С. 87-97.
10. Wilkerson, L., Sarder, M.D. Sustainable Manufacturing in the US Shipbuilding Industry through Outsourcing. – International Journal of Engineering & Industries. – 2011. – Vol. 2. – P. 86-109.
11. Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. Умови запровадження інноваційного аутсорсингу в діяльність міжнародних інжинірингових компаній. – Sciences of Europe. – 2016. - № 2(2), – С. 26-29.
12. Бутів А. М. Передумови та перспективи використання аутсорсингу в діяльності вітчизняних підприємств [Електронний ресурс]. – Наукові записки [Національного університету «Острозька академія»]. Сер.: Економіка. - 2012. - Вип. 19. - С. 103-106. - URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nznuoa_2012_19_24
13. Дідух О.В. Аналіз ефективності використання аутсорсингу у господарській діяльності підприємств. – Львівська політехніка. – 2012. – №739. – С. 82-87.
14. Зозульов О. Микола О. Аутсорсинг як інструмент підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств в умовах глобалізації. – Економіка України. – 2009. – № 8(573). – С. 16–24.
15. Кросс Дж. Аутсорсинг: British Petroleum’s. – Гарвард Бизнес-ревю. – 2013. – №73. – С. 155.
16. Outsourcing technology: here are guidelines for establishing sourcing partnerships that are effective and truly strategic [Електронний ресурс]. Research Technology Management. Industrial Research Institute Inc. – 2005. – URL:<http://www.highbeam.com/doc/1G1#132299620.html>.
17. Барбаш А. Аутсорсинг в Україні: тенденції й прогнози, <http://www.it4business.ru/business/2149>.
18. Островець С. В. Інструментальне забезпечення технологічних процесів оброблення матеріалів у машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – 272 с.

Рукопис подано до редакції 21.03.2022