

УДК 658.56:621.715

В.О. ЗАЛОГА, д-р техн. наук,
О.В. ІВЧЕНКО, канд. техн. наук,
О.О. ЗАЛОГА, Суми, Україна

СИСТЕМА ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗАКУПІВЛІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Встановлено, що однією з тенденцій розвитку сучасного машинобудівного підприємства є так званий аутсорсинг бізнес-процесів, а саме, передача функцій інструментальної підготовки виробництва, в частині проектування та виробництва інструменту й оснащення стороннім організаціям. Розроблено система факторів, що впливають на якість інструментальної підготовки машинобудівного підприємства (ІПМП) в умовах закупівлі металорізального інструменту, які пропонується поділити на чотири рівні (групи факторів). Запропоновано одну групу – економічні фактори – використовувати в якості критеріїв оптимізації робіт з ІПМП, а три інші (технічні характеристики виробництва, якість інструменту) – в якості обмежуючих факторів.

Установлено, что одной из тенденций развития современного машиностроительного предприятия является так называемый аутсорсинг бизнес-процессов, а именно, передача функций инструментальной подготовки производства, в части проектирования и производства инструмента и оснастки сторонним организациям. Разработана система факторов, влияющих на качество инструментальной подготовки машиностроительного предприятия (ИПМП) в условиях закупки металлорежущего инструмента, которые предлагается разделить на четыре уровня (группы факторов). Предложено одну группу – экономические факторы – использовать в качестве критериев оптимизации работ по ИПМП, а три другие (технические характеристики производства, техническое задание, качество инструмента) – в качестве ограничивающих факторов.

It was established that one of the trends of modern machine-building enterprise is the so-called outsourcing of business processes, namely, the transfer function of instrumental pre-production, in terms of design and manufacturing tools and equipment to third parties. A system of factors affecting the quality of tool preparing of machine-building enterprise in the

conditions of purchase cutting tools which are offered divided into four levels (groups of factors). The first group – economic factors – used as criteria of optimization work on tool preparing engineering company, and three others (manufacturing specifications, technical requirements, the quality of the instrument) – as limiting factors.

Вступ

Машинобудівна промисловість відіграє велику роль у розвитку продуктивних сил країни, у роботі з прискорення науково-технічного прогресу та підвищення ефективності національної економіки. Машинобудування в нашій країні є органічною складовою майже кожного напрямку промислової діяльності України. Структурно машинобудівну галузь держави можна представити у вигляді машинобудівного комплексу, що представлено на рис. 1. Це одна з територіально найбільш поширених галузей господарства України, основним призначенням якої є виготовлення деталей до них та збирання з них вузлів та виробів у відповідній галузі (легкій та харчовій промисловостях, верстато- та приладобудуванні, транспортному та важкому машинобудуванні тощо), що відповідають сучасним вимогам до високоефективної конкурентоспроможної продукції. Основу машинобудування становить матеріалообробка. Найбільш поширеними оброблюваними матеріалами у теперішній час є традиційні метали і їхні сплави, в першу чергу конструкційні сталі й чавуни, для яких достатньо добре розроблені та перевірені на практиці умови й режими оброблення.

За останні роки значно збільшились номенклатура та питома вага серед оброблюваних різними технологічними способами (литтям, механічною обробкою (тиском та різанням), зварюванням, термічною обробкою та ін.) матеріалів (металів і їх сплавів з особливими властивостями (нових нержавіючих, високотвердих та високоміцних, жароміцних тощо), а також різного роду неметалічних матеріалів, у т.ч. композиційних) для значної більшості з яких треба виконувати процедуру визначення оптимальних умов оброблення у зв'язку з їх відсутністю у вигляді затверджених (офіційних) нормативів, рекомендацій, інструкцій та ін., що потребує, як правило, значних людських, матеріальних і часових витрат на проведення відповідних досліджень.



Рисунок 1 – Машинобудівний комплекс України

Сучасні машинобудівні підприємства у своїй діяльності використовують велику номенклатуру оснащення та інструментів [1], яка постійно розширюється у зв'язку з необхідністю обробки «нових» для відповідної галузі конструкційних (оброблюваних) матеріалів. За оцінками фахівців, частка витрат на придбання й виготовлення технологічного оснащення в собівартості продукції підприємства традиційно складає до 30 %, запаси інструментів і пристосувань у грошовому виразі досягають до 40 % загальної суми оборотних коштів підприємства; в інструментальних цехах і ділянках машинобудівної промисловості зосереджено до 20 % устаткування, до 10 % робочих від числа зайнятих в основному виробництві; проектування і виготовлення комплексу технологічного оснащення по трудомісткості складає до 80%; по тривалості – 90 % від загальних витрат на технологічну підготовку виробництва нових виробів машинобудування [1].

Таким чином, виготовлення продукції або надання послуг машинобудівним підприємством у відповідній галузі народного господарства України потребує використання певного інструменту,

оснащення, пристроїв, які визначені технологією виготовлення відповідних виробів. Більш того, в умовах швидкозмінних вимог споживачів особливою метою будь-якого машинобудівного підприємства стає виконання стратегії «бути швидше», що залежить від гнучкості виробництва, тривалості впровадження нової продукції у виробництво та ін. За останні роки значно збільшилась кількість (питома вага) багатомоделюваних виробництв, як правило, з індивідуальним та дрібносерійним типами організації роботи. Основними особливостями цих підприємств в частині організації їх інструментальної підготовки є те, що виготовлення оснащення та інструментів «своїми» силами, тобто шляхом їхнього вироблення в інструментальних та інших цехах, навіть у тих випадках, коли вони вже є, стає настільки нерентабельним, що може не тільки значно знижувати конкурентну спроможність продукції всього виробництва, але супроводжуватись його банкрутством. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є організація інструментальної підготовки виробництва зі значним збільшення питомої ваги покупних інструментів та технологічного оснащення, які виготовляються спеціалізованими підприємствами (фірмами), на великий жаль, як правило, іноземними (Sandvik, Kennametal, Härtel, Gühring та ін.), що мають в Україні у достатній мірі розвинену дилерську мережу. У цій мережі досить часто має місце ситуація, коли пропозиції з одного й того самого інструменту або технологічного пристрою можуть суттєво різнитися як за ціною, так й за термінами постачання. Тому розробка принципів організації інструментальної підготовки виробництва машинобудівного підприємства в частині закупки різального інструменту та технологічного оснащення є задачею актуальною й своєчасною. Враховуючи ту обставину, що обробка різанням серед інших видів формообразуючих процесів є переважаючою (у загальній структурі обладнання близько 98 % займають металорізальні верстати (78 % для лезової й 20 % для абразивної) та лише 2 % обладнання для електрохімічної, електрофізичної, комбінованої та інших видів обробки [2]), метою цієї роботи є розробка основних принципів організації інструментальної підготовки виробництва машинобудівного підприємства в частині закупки металорізального інструменту на основі визначення

факторів, що впливають на якість цієї підготовки шляхом використання одного з семи «простих статистичних інструментів якості» – причино-наслідкової діаграми.

Класифікація металорізального інструменту та дослідження структури світового ринку його використання

Розмаїтість номенклатури покупних різальних інструментів сучасного машинобудівного підприємства зумовлює необхідність його класифікації, що є передумовою раціональної організації інструментальної підготовки виробництва – забезпечення обліку, зберігання й видачі інструменту (оснащення), а також організації його закупівлі в потрібній кількості й в необхідні для виробництва терміни.

У нашому випадку під класифікацією пропонується розуміти розподіл усіх інструментів та технологічного оснащення, що застосовуються на машинобудівному підприємстві, на певні групи за найголовнішими ознаками: характером використання; місцем у виробничому процесі та призначенням.

За характером використання розрізняють:

- інструмент й оснащення загального застосування – універсальний стандартизований інструмент для виконання відповідних груп операцій на різних ділянках або підприємствах в цілому, параметри якого визначені вимогами відповідних нормативних документів і який виготовляється на спеціалізованих підприємствах (заводах);

- інструмент й оснащення, які призначені для виконання певних операцій або виготовлення конкретних деталей – спеціальний інструмент або спеціальне оснащення (штампи, прес-форми тощо), що проектуються й виготовляються силами інструментального господарства самого підприємства.

За місцем використання у виробничому процесі розрізняють:

- інструмент першого порядку, що використовується для виготовлення основної продукції підприємства, тобто в основному виробництві;

- інструмент другого порядку, що використовується для виготовлення інструменту першого порядку.

За призначенням все інструментальне оснащення на підприємстві звичайно можна поділити на такі підкласи: 1) різальний інструмент; 2) абразивний інструмент; 3) вимірювальний інструмент; 4) слюсарно-монтажний інструмент; 5) кувальний інструмент; 6) допоміжний інструмент; 7) штампи; 8) пристрої; 9) моделі, кокілі, прес-форми; 10) інструмент різний (десятична система класифікації, що має від п'яти до семи ступенів) [3].

Розглянемо проблеми, пов'язані з організацією інструментальної підготовки виробництва тільки у частині різальних інструментів. Основні напрямки розвитку обробки різанням пов'язані з її інтенсифікацією за рахунок новітніх і синтезу існуючих методів обробки. Основна тенденція зміщення технологічних показників в розмірній обробці у зв'язку з підвищенням вимог до продукції, що виготовляється, в напрямку більш високих ступеня точності й якості обробленої поверхні змінює у теперішній час співвідношення між окремими видами обробки: зменшується обсяг традиційних методів токарної та фрезерної обробки за рахунок впровадження як абразивної, тобто збільшується частка, наприклад, шліфування, а також лезової обробки інструментами зі зносостійкими покриттями, а також із надтвердих матеріалів (синтетичного алмазу, кубічного нітриду бору та ін.), які дозволяють суттєво підвищувати продуктивність оброблення та якість обробленої поверхні за рахунок використання високошвидкісного та надшвидкісного видів різання, наприклад, для фрезерування використовувати швидкості різання до 100 м / с і подачі до 14000 мм / хв. [4].

У теперішній час постійно йде удосконалення конструкцій виробів, технологій та матеріалів. З появою нових матеріалів, а також конструкцій інструментів, виникає проблема їх раціонального використання. Існуючі нормативні бази для призначення режимів різання, проектування інструментів та верстатів, а також оцінювання якості інструментів є вже недостатньо придатними, що обумовлюється, як вже вбуло відмічено, наявністю більш високих швидкостей обробки, застосуванням при виготовленні деталей основного виробництва новітніх конструкційних

матеріалів, а також виготовлення лезового інструменту із нових інструментальних матеріалів, у т.ч. з різноманітними зносостійкими покриттями.

За результатами статистичних досліджень структури світового ринку металорізального інструменту [5] можна стверджувати, що на машинобудівних підприємствах більше 50 % різальних інструментів використовується для токарної (різці), фрезерної (фрези) та свердлильної (свердла) видів оброблення (рис. 2).



Рисунок 2 – Структура використання інструментів за видами обробки

В той же час, питома вага покупного інструменту для цих видів оброблення в системі інструментального забезпечення сучасного підприємства на сьогодні вже становить 80–85 % [1].

Дослідження роботи національних машинобудівних підприємств вказує на те, що ще на початку XXI століття вони, в основному, використовували інструмент вітчизняного виробництва та країн ближнього зарубіжжя (Росія, Білорусія, країни Прибалтики та ін.). Проте на вітчизняному ринку з'являється тенденція віддавання переваги закупівлі інструментів у виробників з інших країн. Зростає пропозиція високоякісного різального інструменту з Німеччини, Франції, Швеції та ін., а також інструменту з Китаю та країн Південно-Східної Азії який достатньо часто, нажаль, має низьку та середню якість. Разом з тим, сучасний споживач металорізального інструменту ще недостатньо приділяє уваги оцінюванню якості покупного інструменту, тим більше ще до його придбання. В першу чергу це можна пояснити майже повною

відсутністю багатьох прийнятних методологічних аспектів і підходів щодо оцінювання якості запропонованих різним виробниками та їхніми представниками (дилерами) різальних інструментів, які б відповідали, в першу чергу, критерію «ціна + якість», а також вимогам і умовам реального виробництва, для якого пропонується потрібний інструмент: реальні особливості оброблюваного матеріалу, стан матеріалообробного обладнання (верстату), ступінь його автоматизації (наприклад, універсальний без або з ЧПК, багатокоординатний обробний центр тощо), ступінь діагностування стану обробної системи взагалі та інструменту зокрема безпосередньо у процесі оброблення, можливість коригування режиму різання у процесі оброблення та ін. Ці обставини посилюється ще й тим, що характерною особливістю сучасного ринку металорізального інструменту є наявність безлічі хоча й відомих, але відносно невеликих фірм і великої кількості діючих в різних країнах дрібних фірм, які становлять більше 38 % обсягу ринку [6]. Але за даними рейтингів на світовому ринку різальних інструментів спостерігається гнітюча перевага трьох фірм – Sandvik, Kennametal, Iscar [7]. Їх позиція й високий рейтинг обумовлені не тільки відносно великими обсягами виробництва інструментів і технологічного оснащення, але наявністю сертифікатів якості на них та постійним їхнім вдосконаленням у відповідності зі зміною вимог саме у сфері де використовуються новітні матеріали та технології.

Система факторів для оцінювання якості різальних інструментів

Якість інструментальної підготовки машинобудівного підприємства в умовах закупівлі металорізального інструменту залежить від численних факторів, між якими існує відношення типу причина – наслідок (результат). Структури або характер цих багатofакторних відносин можливо визначити завдяки систематичним спостереженнями. Для цього у роботі пропонується застосувати один з «семи простих статистичних інструментів якості» – причинно-наслідкову діаграму, структуру якої досить докладно описано в [1] та наведено на рис. 3.

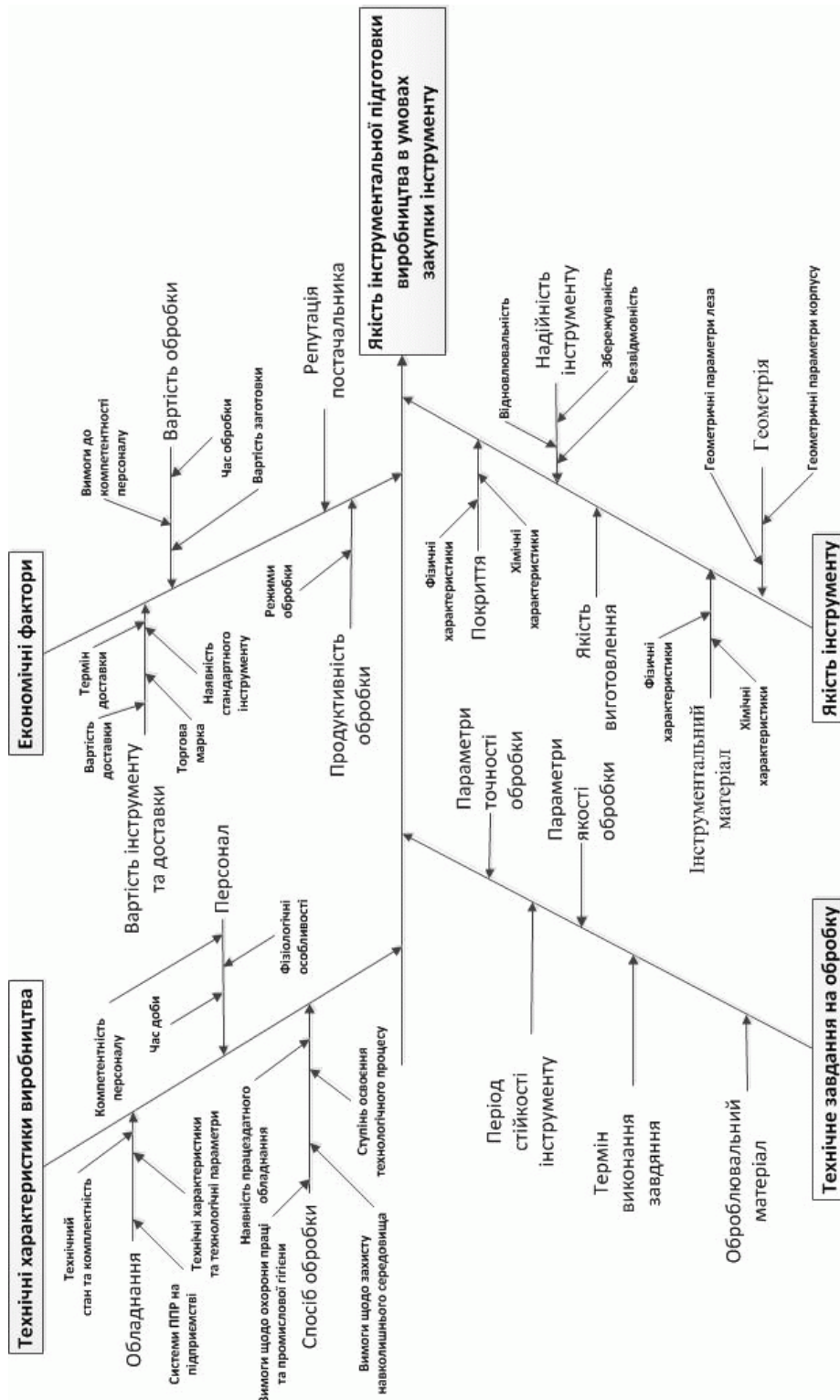


Рисунок 3 – Система факторів, що впливають на якість інструментальної підготовки машинобудівного підприємства в умовах закупівлі металорізального інструменту

У відповідності з прийнятою структурою розроблена система факторів, що впливають на якість інструментальної підготовки машинобудівного підприємства в умовах закупівлі металорізального інструменту.

У розробленій системі (рис. 3) запропоновано перший рівень градації зазначених факторів (основні гілки діаграми) поділити на чотири рівні (групи факторів), причому одну групу (*економічні фактори*) пропонується використовувати в якості критеріїв оптимізації робіт з інструментальної підготовки машинобудівного підприємства, а три (*технічні характеристики виробництва, технічне завдання, якість інструменту*) можуть виступати в якості обмежуючих факторів.

- **Технічні характеристики виробництва** – є лімітованими (обмежуючими) факторами пов'язаними з можливостями конкретного машинобудівного підприємства, що купує металорізальний інструмент (технічні характеристики наявного на підприємстві обладнання, у т.ч. його стан; ступінь освоєння технології та способи обробки, що використовуються на підприємстві; компетентність персоналу підприємства та ін.).

- **Технічне завдання** – характеризують вхідні данні для конкретного технічного завдання, яке необхідно реалізувати при інструментальній підготовці виробництва (вид оброблювального матеріалу, вимоги до точності й якості виробу, стійкості інструменту та ін.).

- **Якість інструменту** – характеризують показники, що обумовлюють якість інструменту, який застосовується для вирішення конкретного завдання, що повинна реалізувати інструментальна підготовка виробництва (надійність інструменту, конструктивні та геометричні (геометрія леза) параметри інструменту, умови його експлуатації та ін.).

- **Економічні фактори** – фактори, що обумовлюють затрати на інструментальну підготовку виробництва при вирішенні конкретного технічного завдання (бажані вартості інструменту та його доставки, вартість обробки, пріоритети підприємства щодо призначення раціональних режимів обробки та ін.).

Висновки

1. На машинобудівних підприємствах, де виробляють складну й трудомістку продукцію, номенклатура інструменту, що застосовується, досягає десятків тисяч найменувань. Для забезпечення виробництва необхідними компонентами на підприємствах, як правило, вже існує інструментальна підготовка виробництва, яка повинна забезпечувати у задані терміни основне виробництво інструментом і оснащенням встановленого рівня якості з найменшими витратами як за рахунок виготовлення інструментів та оснащення безпосередньо на своєму виробництві, так і за рахунок використання покупного інструментального оснащення. Показано, що за останні часи питома вага покупного оснащення постійно зростає.

2. Результати проведеного дослідження діяльності машинобудівних підприємств вказують на те, що однією з тенденцій розвитку сучасного машинобудівного підприємства є так званий аутсорсінг бізнес-процесів, а саме, передача функцій інструментальної підготовки виробництва, в частині проектування та виробництва інструменту та оснащення шляхом купівлі, наприклад, металорізального інструменту, стороннім організаціям вже займає до 85 % об'єму інструментів та оснащення, що використовується у машинобудівній галузі.

3. Статистичні данні щодо виготовлення та розповсюдження металорізальних інструментів вказують на відносно велику кількість організацій, що виготовляють та розповсюджують відносно велику номенклатуру інструментів та оснащення і надають різноманітний спектр послуг стосовно інструментальної підготовки виробництва. В той же час, аналіз показує, що серед лезового інструменту, займають більше 50 % ринку металорізального інструменту, що купують машинобудівні підприємства, займають тільки різці, фрези та свердла.

4. Розроблена система факторів, що впливають на якість інструментальної підготовки машинобудівного підприємства в умовах закупівлі металорізального інструменту, які пропонується поділити на чотири рівні (групи факторів). Запропоновано одну групу – економічні фактори – використовувати в якості критеріїв оптимізації робіт з

інструментальної підготовки машинобудівного підприємства, а три інші (технічні характеристики виробництва, технічне завдання, якість інструменту) – в якості обмежуючих факторів.

5. Показано, що на вітчизняних підприємствах майже не проводиться оцінювання якості металорізального інструменту, що купується у постачальників. Це пов'язано, насамперед, з:

- відсутністю нормалізованих (стандартизованих) методик визначення показників їх якості (мається на увазі металорізального інструменту, а не якості послуг постачальників), які б були признані як з боку покупця, так й з боку постачальника (виробника цього інструменту);
- важкістю однозначного визначення показників, що регламентують якість металорізального покупного інструменту, які б у повній мірі відповідали вимогам до нього в залежності від специфічних особливостей підприємства (конкретний оброблюваний матеріал, тип і стан обладнання, кваліфікація персоналу тощо).

На сьогодні рішення щодо вибору інструменту та оснащення приймаються, як правило, на основі суб'єктивної думки спеціалістів підприємства або за результатами експериментів, які, в першому випадку, часто призводить до великої ймовірності помилок, а в другому – до великих економічних витрат часу та фінансових ресурсів підприємства.

6. Показано, що створення нових та вдосконалення наявних засобів і методів оцінювання якості різального інструменту та їх нормативного забезпечення є актуальним науково-прикладним завданням, вирішення якого дозволить підвищити продуктивність і надійність технологічної системи, значно скоротити терміни технологічної підготовки виробництва та запуску нових виробів, забезпечити конкурентоспроможність продукції вітчизняного машинобудування.

Список використаних джерел: 1. *Івченко, О. В.* Управління якістю інструментальної підготовки виробництва багатонаменклатурного машинобудівного підприємства: дис... канд. техн. наук, спец.: 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення / *О. В. Івченко*. – К. : Київський нац. ун-т технологій та дизайну, 2009. – 278 с. 2. Студопедія // [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <http://studopedia.org/5-13403.html> (дата звернення: 21.03.2015). 3. *Швець, С.В.* Металорізальні інструменти: навч. посіб. – Суми : СумДУ, 2007. – 185 с. 4. Основы теории резания материалов: учебник / *Н. П. Мазур, Ю. Н. Внуков, А. И. Грабченко и др.*;

Под общ. ред.: Н.П. Мазура, А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х. : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с. **5.** Адлер, Ю. П. Качество и рынок, или Как организация настраивается на обеспечение требований потребителей. – Поставщик и потребитель. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2000. – 128 с. **6.** Рынок режущего инструмента // [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.instrstan.com/obzor/obzor_151.html (дата звернення: 11.02.2015). **7.** Крылов, Е.Г. Автоматизированная система выбора технологических решений для оборудования с ЧПУ / Е. Г. Крылов, Ю. П. Сердобинцев, А. Б. Мишкевич, В. В. Литвинцева // Известия ВолгГТУ : межвуз. сб. науч. ст. № 8 (135). – Волгоград.: ВолгГТУ, 2014. – Вып. 11. – С. 67–69.

Bibliography (transliterated): 1. Ivchenko, O. V. Upravlinnja jakistju instrumental'noї pidgotovki virobництва bagatonomenklaturnogo mashinobudivnogo pidpriemstva: dis... kand. tehn. nauk, spec.: 05.01.02 – standartizacija, sertifikacija ta metrologichne zabezpečennja / O. V. Ivchenko. – К. : Kiïvs'kij nac. un-t tehnologij ta dizajnu, 2009. – 278 s. 2. StudopediJa // [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu. – URL: <http://studopedia.org/5-13403.html> (data zvernennja: 21.03.2015). 3. Shvec', S. V. Metalorizal'ni instrumenti: navch. posib. – Sumi : SumDU, 2007. – 185 s. 4. Osnovy teorii rezanija materialov: uchebnik / N. P. Mazur, Ju. N. Vnukov, A. I. Grabchenko i dr. ; Pod obshh. red.: N.P. Mazura, A.I. Grabchenko. – 2-e izd., pererab. i dop. – H. : NTU «HPI», 2013. – 534 s. 5. Adler, Ju. P. Kachestvo i rynek, ili Kak organizacija nastraivaetsja na obespechenie trebovanij potrebitelej. – Postavshhik i potrebitel'. – M.: RIA «Standarty i kachestvo», 2000. – 128 s. 6. Rynek rezhushhego instrumenta // [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu. – URL: http://www.instrstan.com/obzor/obzor_151.html (data zvernennja: 11.02.2015). 7. Krylov, E. G. Avtomatizirovannaja sistema vybora tehnologicheskikh reshenij dlja oborudovanija s ChPU / E. G. Krylov, Ju. P. Serdobincev, A. B. Mishkevich, V. V. Litvinceva // Izvestija VolgGTU : mezhvuz. sb. nauch. st. № 8 (135). – Volgograd.: VolgGTU, 2014. – Vyp. 11. – S. 67–69.