

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**СИРОЇД ІГОР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ**

**УДК 621.95.02: 004.942**

**Формалізація синтезу комбінованого різального інструменту**

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
магістр**

**Київ – 2014**

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

**Науковий керівник** доктор технічних наук, професор  
**Пасічник Віталій Анатолійович**  
Національний технічний університет України «КПІ»,  
м. Київ, професор кафедри інтегрованих технологій  
машинобудування імені П.Р. Родіна

**Рецензент** кандидат технічних наук  
**Стахнів Микола Євстахійович**  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН  
України, м. Київ, старший науковий співробітник  
ІНМ НАН України.

**Консультант з  
охорони праці та  
техніки безпеки** кандидат технічних наук, доцент  
**Фоменко Ігор Олександрович**  
Національний технічний університет України «КПІ»,  
м. Київ, доцент кафедри охорони праці, промислової  
та цивільної безпеки

Захист відбудеться „17”червня 2014 року о 10 годині на засіданні ДЕК  
кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ  
«КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к.615-22

З дисертацією можна ознайомитись на кафедрі інтегрованих технологій  
машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ,  
вул. Борщагівська 115, к.611-22

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність досліджень** Сучасне машинобудування характеризується постійним збільшенням кількості різноманітних технічних нових деталей машин та скороченням строків створення на їх створення. Відмічається зростання трудомісткості і тривалості проведення саме проектних робіт, в порівнянні з виробництвом деталей. Прагнення до зменшення строків виготовлення виробів, а саме до скорочення часу на технологічне підготовлення виробництва (ТПВ), вимагає активно застосовувати засоби автоматизації проектних робіт.

Важливою складовою ТПВ є вирішення низки задач інструментального забезпечення. Тому актуальною задачею є розробка методів та систем автоматизованого вибору інструменту, а основною метою повинна бути найвища ефективність технології.

Багато виробників сучасного осьового різального інструменту дозволяють автоматизувати вибір оптимального різального інструменту за основними вимогами до оброблюваного отвору. Однак, у більшості випадків, запропоновані методи є не універсальними, розробленими для вибору інструменту із номенклатури тільки окремого виробника.

Тому, для зменшення трудомісткості оброблення отворів, що є актуальною задачею через поширеність їх у конструкціях виробів, шляхом мінімізації часу на підбір інструменту, необхідно мати змогу порівнювати однотипний осьовий різальний інструмент різних виробників. Реалізація цієї можливості полягає в створенні уніфікованої системи опису інструменту та оброблюваних поверхонь отворів, яка б дозволила формалізувати вибір осьового різального інструменту.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» у відповідності з д/б темою №2644П «Інформаційна система проектування спіральних свердел» тематичного плану науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України.

**Мета і задачі дослідження:** Мета роботи полягає у зменшенні трудомісткості оброблення отворів шляхом формалізації підбору комбінованого осьового різального інструменту (КОРІ) за допомогою формалізації опису різального інструменту на базі створення уніфікованої системи їх кодування.

Для досягнення мети було поставлено **наступні задачі:**

1. Проаналізувати існуючі методи і програмні комплекси, створені для автоматизованого підбору осьового різального інструменту.
2. Систематизувати та проаналізувати представлення початкових даних для синтезу комбінованого осьового РІ.
3. Виділити основні характеристики комбінованого осьового різального інструменту та розробити алгоритм синтезу комбінованого осьового різального інструменту в режимі діалогу.

4. Виділити основні характеристики комбінованого осьового різального інструменту та розробити алгоритм синтезу комбінованого осьового різального інструменту на основі текстового опису.
5. Створити програмне забезпечення, що реалізує автоматичний процес підбору варіантів комбінованого осьового різального інструменту різних виробників для оброблення заданого користувачем отвору та інструкцію з його використання.

**Об'єкт дослідження** – трудомісткість оброблення отворів.

**Предмет дослідження** – комбінований осьовий різальний інструмент для оброблення отворів.

**Методи дослідження.** Виконані дослідження базуються на методах теорій проектування різальних інструментів, системному аналізі, алгебри логіки.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Розроблений алгоритм вибору комбінованого осьового різального інструменту за допомогою діалогу між проектувальником і уніфікованою системою. На основі розробленої системи комбінованого осьового різального інструменту розроблено програмний комплекс для вибору комбінованого осьового різального інструменту по описаному отворі.

**Публікації та доповіді на конференціях.** По темі магістерської дисертації опубліковано 2 друковані роботи.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 20 найменувань, 2 додатків. Основний текст дисертації викладено на 87 стор. Повний обсяг становить 115 стор.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження і задачі, які автор розв'язує у роботі.

У **першому розділі** розглянуто різні види існуючого осьового різального інструменту і методи його вибору для оброблення отворів. Розглянуто деякі програмні комплекси по підборі інструментального забезпечення для оброблення отворів, де було виявлено ряд недоліків.

У **другому розділі** систематизовано та проаналізовано представлення початкових даних для синтезу комбінованого осьового РІ. Розроблено методику синтезу осьового РІ в режимі діалогу. Створено алгоритм діалогового методу проектування (рис. 1), використання якого дає змогу систематизувати КОРІ по описаному ступінчатому отвору. Було визначено ряд логічних умов для опису лінійних параметрів отвору.

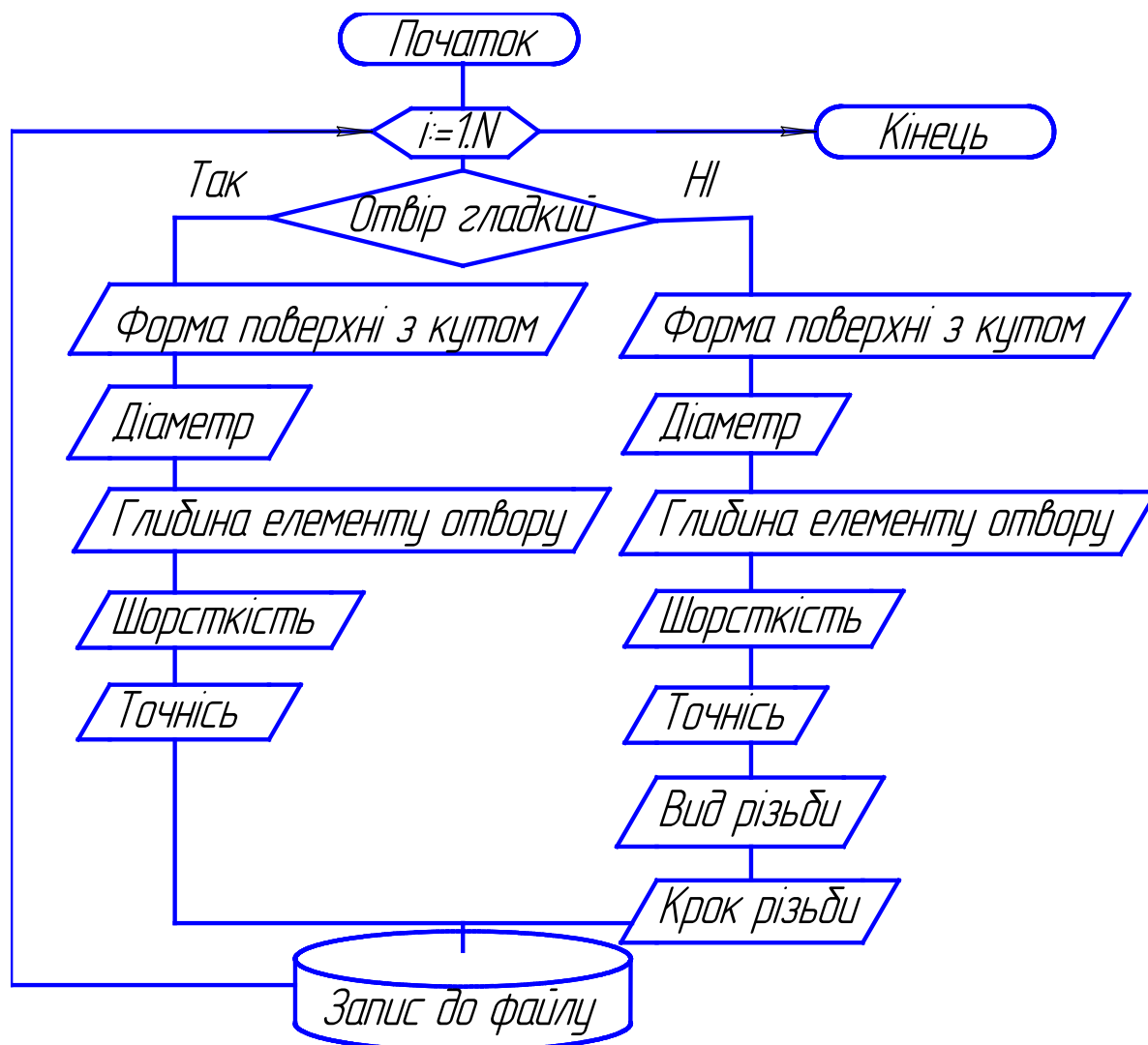


Рисунок 1 – Алгоритм діалогового методу проектування

Створена уніфікована система класифікації осьового інструменту, який включає в себе систему кодування та опису геометричних параметрів отвору що буде оброблятися (рис. 2).

Кодове позначення: X-X-X-X-X-X-X

1. Вид отвору (глухий, наскрізний) \_\_\_\_\_
2. Форма поверхні з кутом \_\_\_\_\_
3. Основний тип \_\_\_\_\_
4. Крок \_\_\_\_\_
5. Глибина отвору \_\_\_\_\_
6. Шорсткість поверхні \_\_\_\_\_
7. Точність поверхні \_\_\_\_\_

Рисунок 2 – Система кодового позначення елементів комбінованого отвору

Розроблено програмне забезпечення на основі синтезу комбінованого осевого різального інструменту в режимі діалогу (рис. 3).

1	Назва фірми і інструменту	Назва фірми і інструменту	(+) Φ1	(>=) L1	(>=) L1'	(<=) Ra	(<=) IT	(>=) Φ2	(>=) L2	(=) 2φ2	(=) r2	(>=) f2	(<=) Ra	(<=) IT	(+) тип різьби	(+) крок різьби	(>=) Φ3	(>=) L3	(=) 2φ3	(=) r3	(>=) f3	(<=) Ra	(<=) IT	Загальна довжина	Максимальні вимоги до шорсткості	Максимальні вимоги до точності
4	Graiss № 852850	Graiss № 852850	17,5	35	38	10	12	26	17	0	0	0	10	12	0	0	27	0	90	0	0,5	10	12	55	12	12
5	SECO NPSD509-B12-30-3172725	SECO NPSD509-B12-30-3172725	30	40	40	2,5	8	40	20	0	0	0	2,5	8	0	0	40	0	0	0	0	2,5	8	60	2,5	8
6	SECO NPSD509-B23-30-2718683	SECO NPSD509-B23-30-2718683	30	40	40	2,5	8	40	39	0	0	0	2,5	8	0	0	42	0	90	0	1	2,5	8	80	2,5	8
7	IZAR Серия 2636 N42488	IZAR Серия 2636 N42488	22	38	43	3,2	9	33	142	0	0	0	3,2	9	0	0	33	0	0	0	0	3,2	8	185	3,2	8
8	KOMET N420210000 W58 1830	KOMET N420210000 W58 1830	30	32	32	10	12	40	28	0	0	0	10	12	0	0	40	0	0	0	0	10	12	60	10	12
9	KOMET N420210000 W58 3430	KOMET N420210000 W58 3430	30	15	15	10	12	40	30	0	0	0	10	12	0	0	40	0	0	0	0	10	12	45	10	12
10	KOMET N420210000 W58 1830	KOMET N420210000 W58 1830	30	32	32	10	12	40	15	0	0	0	10	12	0	0	48	15	0	0	0	10	12	62	10	12
11	YAMAWA DT OX SP*DRILLS	YAMAWA DT OX SP*DRILLS	10,3	21	24	10	12	12	29	0	0	0	6,3	8	M	1,75	12	0	0	0	0	6,3	8	53	6,3	8
12	BUCOVICE TOLS № 133100	BUCOVICE TOLS № 133100	8,5	20	22	10	12	10	14	0	0	0	6,3	8	M	1,5	10	0	0	0	0	6,3	8	36	6,3	8
13	GUNRING DIN 8374 M8	GUNRING DIN 8374 M8	9	17	19	10	12	19,9	116	90	10,9	10	12	0	0	0	19,9	0	0	0	0	10	12	135	10	12
14	Seco Feedmax SD290-B24-16.0-4	Seco Feedmax SD290-B24-16.0-412740	16	14,4	19,2	1,25	8	20	17	0	0	0	1,25	8	0	0	22	55	90	0	1	1,25	8	92,2	1,25	8
15	Seco Feedmax SD290A-B24-14.0	Seco Feedmax SD290A-B24-14.0-2708884	14	78	80,04	1,25	8	18,5	17	0	0	0	1,25	8	0	0	22	5	90	0	1,5	1,25	8	103,54	1,25	8
16	Seco Feedmax SD290A-B24-14.0	Seco Feedmax SD290A-B24-14.0-7346580	14	14	18,04	1,25	8	20	24	0	0	0	1,25	8	0	0	22	20	90	0	1	1,25	8	63,04	1,25	8
17	Seco Feedmax SD205-C45-6.0-23-10R1	Seco Feedmax SD205-C45-6.0-23-10R1	6	23	24,73	1,25	8	10	40	90	0	2	1,25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,73	0	0
18	Seco Feedmax SD205-C45-3.0-9	Seco Feedmax SD205-C45-3.0-9-10R1	3	9	9,87	1,25	8	4	20	90	0	6,5	1,25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,87	0	0

Рисунок 3 – Програма підбору комбінованого різального інструменту

Для даної програми представлена інструкція з її використання із правилами вибору відповідностей параметрів.

У третьому розділі проведено перевірку синтезу на корпусній деталі типу “Кришка” зі ступінчастими отворами. Проаналізовано деталь, де було виділено отвори із всіх елементарних поверхонь. Розроблено маршрут оброблення деталі із урахуванням вимог щодо точності та шорсткості. Проведений аналіз пропозицій компаній із виробництва інструментального забезпечення для оброблення отворів. В якості варіантів наборів інструментального забезпечення розглянуто рішення, що базуються на використанні стандартного інструменту та рішення, що базуються на максимально повному використанні комбінованого інструментального забезпечення.

Розглянуто взаємодію множини елементарних оброблюваних поверхонь та множини інструментального забезпечення яке представлено у математичному вигляді бінарних матриць допустимого оброблення для умов стандартного інструмента (рис. 4а) та для умов комбінованого осевого інструмента (рис. 4б). Рядки матриці відповідають переліку елементарних поверхонь (отворів), що обробляються. Стовпчики матриці позначають номер РІ із бази даних стандартного та комбінованого інструментів. Де відповідно “1” в матриці означає можливість використання даного РІ для оброблення даної елементарної поверхні, а “0” - означає неможливість цього.

№ EII \ № PI	№ PI															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
24,26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28,31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32,39	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34,41	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
35,37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36,38	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
42,52	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43,53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
45,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46,50	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
47,51	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
54,55	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

a)

№ EII \ № PI	№ PI															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
24,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
25,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
28,31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
33,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
34,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
35,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
42,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
43,53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
45,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
46,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
47,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
54,55	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

б)

Рисунок 4 – Матриця допустимого оброблення для стандартного та комбінованого осьового різального інструменту

За допомогою програмного забезпечення синтезовано можливий набір варіантів інструментального забезпечення. Проведено економічну оцінку інструментального забезпечення яка представлена у вигляді діаграми (рис. 5). З неї видно, що витрати на РІ по II варіанту суттєво (в 3,5 рази) зросла, проте за рахунок суттєвого (в 4 рази) зменшили витрати на роботу обладнання, вдалося досягти сумарної економії у 69%.

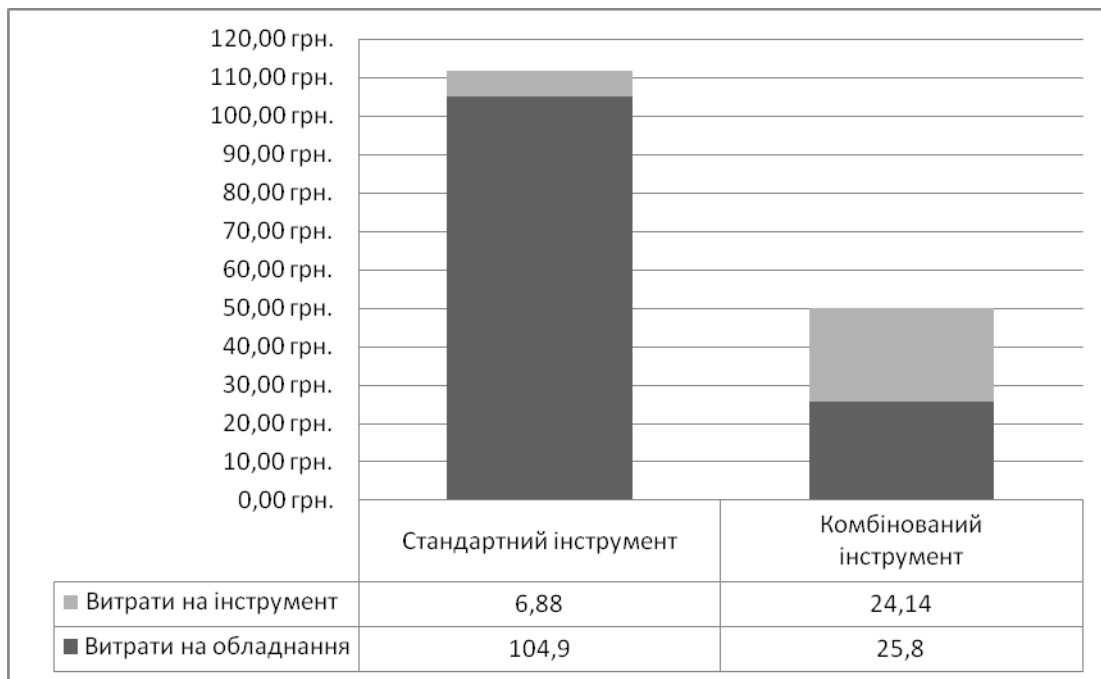


Рисунок 5 – Діаграма собівартості 2-х варіантів оброблення

У четвертому розділі приведена методика виявлення та аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, діючих при роботі в робочому приміщенні розглянуті загальні вимоги щодо використання комп'ютерів в приміщеннях. Розроблені рекомендації для збереження здоров'я оператора ПК, наведені можливі фактори ураження та методи запобігання їм. Розроблені заходи щодо зниження можливої дії шкідливих і усуненню небезпечних чинників при роботі за ПК. Детально розглянуті норми щодо організації робочого місця, його освітлення, мікроклімату, тощо.

## ВИСНОВКИ

1. При аналізі формалізації синтезу варіантів підбору КОРІ в існуючих методах і комплексних програмах по вибору осьового РІ показало, що немає чіткого алгоритму синтезу КОРІ, щоб дозволив би самостійно підібрати із номенклатури різних виробників саме те інструментальне забезпечення, що потрібно.
2. Дану проблему було вирішено шляхом аналізу та систематизації представлення початкових даних для формалізованого синтезу КОРІ, на основі яких був створений алгоритм формалізації синтезу КОРІ.



3. Для формалізації підбору КОРІ на основі алгоритму було створено програмне забезпечення в програмному середовищі Excel та сформовані вимоги щодо фільтрів, які дозволяють підібрати із всієї номенклатури інструментального забезпечення різних виробників саме той КОРІ, який потрібно для оброблення заданого вами отвору.
4. Дане програмне забезпечення було протестоване на корпусній деталі типу “Кришка” яка має множину ступінчатих отворів. Таким чином для заданих ступінчатих отворів даної деталі програмою було представлено варіанти КОРІ.
5. Для доведення ефективності підбраного КОРІ було зроблено економічне порівняння стандартного та комбінованого інструментального забезпечення, яке показала, що КОРІ суттєво в 3,5 рази збільшує витрати на інструмент ніж стандартний, проте дозволяє суттєво знизити в 4 рази витрати на роботу обладнання. Таким чином вдалося досягти сумарної економії у 69%.

### **СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ**

1. Пасічник В.А. Автоматизований синтез інструментального оснащення для оброблення комбінованих отворів на верстатах з ЧПК [Текст] / Пасічник В.А, Сироїд І.В. // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена дню Науки.–К., 2013. – С.70;
2. Пасічник В.А. Формалізація синтезу осьового різального інструменту [Текст] / Пасічник В.А., Сироїд І.В. // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена дню Науки.–К., 2014. – С.84;

### **АНОТАЦІЯ**

#### **Сироїд І.В. Формалізація синтезу комбінованого різального інструменту**

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2014

На основі аналізу сучасних методів вибору інструментального забезпечення та синтезу КОРІ для обробки отворів. Розроблено уніфіковану систему опису інструменту та оброблюваних поверхонь отворів, яка б дозволила формалізувати вибір осьового різального інструменту.

На основі розроблених методик створено програмне забезпечення синтезу та підбору КОРІ по заданому отворі.

Проведена економічна оцінка яка показала сумарну економію в 69% при використанні КОРИ в порівнянні із стандартним інструментом.

**Ключові слова.** САПР, комбінований осьовий різальний інструмент, уніфікована система вибору комбінованого осьового різального інструменту за допомогою діалогу.

## АННОТАЦІЯ

Сыроед И.В. Формализация синтеза комбинированного режущего инструмента

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 - инструментальное производство. - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт». - Киев, 2014

На основе анализа современных методов выбора инструментального обеспечения и синтеза КОРИ для обработки отверстий. Разработана унифицированная система описания инструмента и обрабатываемых поверхностей отверстий, которая бы позволила формализовать выбор осевого режущего инструмента.

На основе разработанных методик создано программное обеспечение синтеза и подбора КОРИ по заданному отверстию.

Проведена экономическая оценка показавшая суммарную экономию в 69% при использовании КОРИ в сравнении со стандартным инструментом.

**Ключевые слова.** САПР, комбинированный осевой режущий инструмент, унифицированная система выбора комбинированного осевого режущего инструмента с помощью диалога.

## ANNOTATION

### **Syroed Ihor Formalizing synthesis combined cutting tool**

MSc thesis by specialty 8.05050302 – Tool Production. – National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – Kyiv, 2014

Based on the analysis of modern methods of cutting tool and for the synthesis combined axial cutting tool (CACT) processing of apertures. A unified system description tool and holes machined surfaces, which would allow to formalize the choice of axial cutting tool.

Based on the developed methods created the software synthesis and selection CACT for a given hole.

An economic evaluation of which showed the total savings 69% when used CACT in comparison with standard tool.

**Key words.** CAD, combined axial cutting tool, unified system of choice combined axial cutting tool through dialogue.