



**Національний лісотехнічний
університет України**

НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ УКРАЇНИ

Засновано в 1994 р.

Том 35, № 4

Львів – 2025

Збірник публікує науково-технічні праці співробітників закладів вищої освіти України, науковців з-за кордону, присвячених різним особливостям наукових досліджень, освітянських проблем, передового досвіду і впровадження у виробництво здобутих результатів.

Призначений для наукових працівників, аспірантів, фахівців галузі, викладачів закладів вищої освіти, коледжів і технікумів, аспірантів і студентів старших курсів.

Рекомендовано до друку вченою радою НЛТУ України (протокол № 6 від 26.06.2025 р.). У збірнику розглядають проблеми лісового та садово-паркового господарства, екології та довкілля, технології та устаткування, економіки та інформаційних технологій.

Редакційна колегія

Головний редактор: **Я. І. Соколовський**, *д.т.н., професор*
Заступник головного редактора: **Ю. І. Грицюк**, *д.т.н., професор*
Відповідальний секретар: **Г. Г. Гриник**, *д.с.-г.н., професор*

І. Б. Борецька, *к.т.н., доц.*
С. А. Гаврилюк, *к.с.-г.н., доц.*
В. І. Гавриш, *д.т.н., проф.*
Ю. І. Гайда, *д.с.-г.н., проф.*
П. М. Гарасим, *д.е.н., проф.*
Я. В. Геник, *д.с.-г.н., доц.*
П. С. Гнатів, *д.б.н., проф.*
В. М. Голубець, *д.т.н., проф.*
Н. І. Груник, *к.б.н., наук. співроб.*
Ю. М. Дебринюк, *д.с.-г.н., проф.*
Е. А. Джумеля, *д-р філософії*
Л. Д. Загвойська, *к.е.н., доц.*
В. С. Загорський, *д.е.н., проф.*
В. К. Зайка, *д.б.н., проф.*
І. Б. Івасенко, *д.т.н., проф.*
В. А. Ковальова, *к.б.н., ст. наук. співроб.*
Л. І. Копій, *д.с.-г.н., проф.*
М. М. Король, *к.с.-г.н., доц.*
В. О. Крамарець, *д.с.-г.н., проф.*
Г. Т. Криницький, *д.б.н., проф.*
І. М. Крошний, *к.т.н., доц.*
В. В. Лавний, *д.с.-г.н., проф.*
Є. В. Левус, *к.т.н., доц.*
А. В. Ліпенцев, *к.е.н., доц.*
В. О. Маєвський, *д.т.н., проф.*
М. С. Мальований, *д.т.н., проф.*
Т. А. Марусенкова, *к.т.н., доц.*
С. І. Миклуш, *д.с.-г.н., проф.*
О. П. Мітрасова, *д.пед.н., проф.*
О. В. Мокрицька, *к.т.н., доц.*
Н. О. Олексійченко, *д.с.-г.н., проф.*
Г. Є. Ортинська, *к.т.н., доц.*
Л. С. Осадчук, *д.с.-г.н., проф.*
О. Г. Сидорчук, *д.е.н., проф.*
І. П. Соловій, *д.е.н., проф.*
М. І. Сорока, *д.б.н., проф.*
А. В. Фечан, *д.т.н., проф.*
О. Г. Часковський, *к.с.-г.н., доц.*
Ю. В. Шабатура, *д.т.н., проф.*
В. М. Шиманський, *к.т.н., доц.*
В. П. Шлапак, *д.с.-г.н., проф.*
С. І. Яцишин, *к.т.н., доц.*
Станіслав Баран, *д.габ., проф. (Польща)*
Пьотр Борисюк, *д.габ., доц. (Польща)*
Анджей Возняк, *д.габ., проф. (Польща)*
Емілія Гжеговська, *д.габ., доц. (Польща)*
Цезари Гоздецькі, *д.габ., доц. (Польща)*
Гражина Жуковська, *д.габ., проф. (Польща)*
Уршула Зайончковська, *д.габ., доц. (Польща)*
Павел Козакєвич, *д.габ., доц. (Польща)*
Агнешка Лясковська, *д.габ., доц. (Польща)*
Володимир Мосоров, *д.габ., проф. (Польща)*
Юстина Анна Новаковська, *д.габ., проф. (Польща)*
Томаш Ошако, *д.габ., проф. (Польща)*
Ярослав Соха, *д.габ., проф. (Польща)*
Роберт Станіславський, *д.габ., проф. (Польща)*
Лідія Суковата, *д.габ., проф. (Польща)*
Мірела Тулік, *д.габ., доц. (Польща)*
Агнешка Янковська, *д.габ., доц. (Польща)*

Відповідальний за випуск : **В. С. Гураков** Технічний редактор : **О. П. Лаврова**
Літературний редактор : **А. Ф. Павлишин** Коректор : **Ю. З. Некига**
Англомовний редактор : **Т. П. Дяк**

Адреса редакції

79057, м. Львів-57, вул. Ген. Чупринки, 103, НЛТУ України
Тел.: (032) 240-23-50; Email: nv@nltu.edu.ua; www: <https://www.nv.nltu.edu.ua>



Ukrainian National Forestry University

Scientific Bulletin of UNFU

Established in 1994

Volume 35, No 4

Lviv - 2025

Scientific Bulletin of UNFU, 2025, Vol. 35, no 4, 186 p.

The bulletin publishes original scientific articles submitted of employees of institutions of higher education of Ukraine, scientists from abroad, and also experts in forestry and woodworking industry, that are focused on various aspects of research and education, the best practices and their implementation.

The Bulletin is recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian National Forestry University (*meeting minutes from June 26, 2025, No 6*).

Journal presents current problems in the field of forestry and horticulture, ecology and environment protection, technology and equipment, economics and information technologies.

Editorial Board

Head of the Board: Yaroslav Sokolovskyy, *DSc., Prof.*

Deputy Head of the Board: Yuriy Hrytsiuk, *DSc., Prof.*

Executive Secretary: Heorhiy Hrynyk, *DSc., Prof.*

Iryna Boretska, *PhD, Assoc. Prof.*

Oleh Chaskovskyy, *PhD, Assoc. Prof.*

Yuriy Debryniuk, *DSc., Prof.*

Elvira Dzhumelia, *PhD*

Andriy Fechan, *DSc., Prof.*

Petro Garasym, *DSc., Prof.*

Volodymyr Golubets, *DSc., Prof.*

Serhii Havryliuk, *PhD, Assoc. Prof.*

Vasyl Havrysh, *DSc., Prof.*

Yuriy Hayda, *DSc., Prof.*

Yaroslav Henyk, *DSc., Prof.*

Petro Hnativ, *DSc., Prof.*

Natalia Hrunyk, *PhD, Researcher*

Iryna Ivasenko, *DSc., Prof.*

Leonid Kopij, *DSc., Prof.*

Mykola Korol, *PhD, Assoc. Prof.*

Valentina Kovaleva, *PhD, Senior Res.*

Volodymyr Kramarets, *DSc., Assoc. Prof.*

Igor Kroshnyy, *PhD, Assoc. Prof.*

Hryhoriy Krynytskyy, *DSc., Prof.*

Vasyl Lavnyy, *DSc., Prof.*

Yevheniia Levus, *PhD, Assoc. Prof.*

Andriy Lipentsev, *PhD, Assoc. Prof.*

Myroslav Malovanyy, *DSc., Prof.*

Tetiana Marusenkova, *PhD, Assoc. Prof.*

Volodymyr Mayevskyy, *DSc., Prof.*

Olena Mitryasova, *DSc., Prof.*

Olha Mokrytska, *PhD, Assoc. Prof.*

Stepan Myklush, *DSc., Prof.*

Nadiia Oleksiichenko, *DSc., Prof.*

Galyna Ortynska, *PhD, Assoc. Prof.*

Leonid Osadchuk, *DSc., Prof.*

Yuriy Shabatura, *DSc., Prof.*

Volodymyr Shlapak, *DSc., Prof.*

Volodymyr Shymanskyi, *PhD, Assoc. Prof.*

Ihor Soloviy, *DSc., Prof.*

Myroslava Soroka, *DSc., Prof.*

Orystlava Sydoruk, *DSc., Prof.*

Svitlana Yatsyshyn, *PhD, Assoc. Prof.*

Volodymyr Zahorskyi, *DSc., Prof.*

Lyudmyla Zahvoyska, *PhD, Assoc. Prof.*

Volodymyr Zaika, *DSc., Prof.*

Stanisław Baran, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Piotr Borysiuk, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Cezary Gozdecki, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Emilia Grzegorzewska, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Agnieszka Jankowska, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Paweł Kozakiewicz, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Agnieszka Laskowska, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Volodymyr Mosorov, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Justyna Anna Nowakowska, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Tomasz Oszako, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Jarosław Socha, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Robert Stanisławski, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Lidia Sukovata, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Mirela Tulik, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Andrzej Wozniak, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Urszula Zajączkowska, *Dr Hab., Assoc. Prof. (Poland)*

Grażyna Żukowska, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Managing Editor : Vitaliy Hurakov

Literary editors : Anna Pavlyshyn

English-language editor : Tetyana Dyak

Technical editor : Oksana Lavrova

Corrector : Yuliya Nekyha

Editorial address

79057, Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky Str. 103, Lviv, Ukraine

Phone: (032) 240-23-50; **Email:** nv@ntu.edu.ua; **Web:** <https://www.nv.ntu.edu.ua>

ЗМІСТ

ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО.....	9
<i>А. П. Іванюк, М. М. Лісовий, О. Т. Данчук</i> БІОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОСТУ <i>FAGUS SYLVATICA</i> L. В УМОВАХ ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ.....	9
<i>В. П. Кучерявий, Я. В. Генік, В. С. Кучерявий, Н. З. Кендзьора, Н. Д. Гоцій, Б. М. Янишин</i> НАУКОВІ ЗАСАДИ ФІТОМЕЛІОРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА.....	18
<i>І. М. Пушка</i> ОЦІНЮВАННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТА ЖИТТЄВОГО СТАНУ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКУ "ДИТЯЧИЙ" МІСТА УМАНІ	28
<i>Ю. І. Цимбалюк</i> ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОСВОЄННЯ ЛІСОСІК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАЛОГАБАРИТНОЇ ТРЕЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	36
<i>М. І. Ярош, Д. І. Ярош</i> ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ СВІЖОЇ ДІБРОВИ ГУСЯТИНСЬКОГО ЛІСНИЦТВА.....	43
<i>Л. П. Казімірова, С. В. Ільїнський, В. В. Рибак, О. П. Матеюк</i> КРИВЧИЦЬКИЙ ПАРК ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ОБ'ЄКТ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	51
ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	61
<i>І. В. Грузінська, Т. П. Федонюк</i> ОЦІНЮВАННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА БАЛАНС ВУГЛЕЦЮ В ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ УКРАЇНИ	61
<i>Г. В. Кірейцева, О. В. Палій, С. В. Хоменко, О. А. Виговська, В. Т. Підвисоцький</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД В УКРАЇНІ	71
<i>А. І. Редько, Я. О. Адаменко</i> РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАР'ЄРІВ ПІД РОЗМІЩЕННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	79
ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ	86
<i>Г. С. Гудз, М. В. Глобчак, О. Й. Коцюмбас</i> ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ ПІСЛЯ РЕМОНТУ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНА.....	86
<i>С. М. Валько, Б. Я. Кишинецький</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ У ДЕРЕВ'ЯНИХ КЛЕЄНИХ КОНСТРУКЦІЯХ.....	93
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ	101
<i>А. Р. Бідочко, Я. І. Виклюк</i> LLMAGENTNET: КОЛАБОРАТИВНА МЕРЕЖА АВТОНОМНИХ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ ЗАВДАНЬ	101
<i>В. В. Жуковський, С. В. Шатний, Н. А. Жуковська, А. В. Шатна</i> ВИМІРЮВАЛЬНО-АНАЛІТИЧНІ ЗАСОБИ ІОТ-МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТІВ.....	115
<i>Р. І. Кордюк, О. В. Овсяк</i> ДЕРЕВОПОДІБНА МОДЕЛЬ КОЛАЖІВ З ПОПЕРЕЧНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ.....	123
<i>О. В. Кравченко, В. І. Безуглий</i> ВПЛИВ КОГНІТИВНИХ ВИКРИВЛЕНЬ НА МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	134
<i>О. І. Торський, Ю. І. Грицюк</i> ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	142

І. Г. Цмоць, О. Р. Турчин АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТУРИСТИЧНОЮ ФІРМОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ СЛАБКИХ СИГНАЛІВ	150
М. О. Шестакович, Ю. В. Шабатура ТЕХНОЛОГІЯ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ФРОНТЕНД-МОНОЛІТНИХ ВЕБЗАСТОСУНКІВ НА МІКРОФРОНТЕНДИ МЕТОДОМ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЇХ ГЕТЕРОГЕННИХ ГРАФІВ.....	159
М. Т. Хомир, О. Л. Сторожук МЕТОД СТРУКТУРИЗАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРЕСЛЕННЯ ДЛЯ САД/САМ-СИСТЕМ.....	166
П. Р. Пелех, В. М. Юзевич МОДЕЛІ ЯКОСТІ ДОСВІДУ КОРИСТУВАЧА В КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....	172
О. Й. Піцун, В. В. Рудик, Ю. М. Батько КЛАСИФІКАЦІЯ ВЕБСАЙТІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ НА ПІДСТАВІ АНСАМБЛІВ	180

CONTENT

FORESTRY AND HORTICULTURE.....	9
<i>A. P. Ivaniuk, M. M. Lisovyi, O. T. Danchuk</i> BIOLOGICAL RESISTANCE AND MAIN GROWTH INDICATORS OF <i>FAGUS SYLVATICA</i> L. UNDER CONDITIONS OF GEOGRAPHICAL CROPS OF THE UKRAINIAN ROZTOCHCHIA.....	9
<i>V. P. Kucheryavyj, Ya. V. Henyk, V. S. Kucheryavyj, N. Z. Kendziora, N. D. Hotsii, B. M. Ianyshyn</i> SCIENTIFIC BASIS OF PHYTOMELIORATION EFFICIENCY OF GREEN INFRASTRUCTURE OF THE CITY	18
<i>I. M. Pushka</i> ASSESSMENT OF SPECIES DIVERSITY AND VITAL CONDITION OF TREE PLANTATIONS IN CHILDRENS PARK IN UMAN	28
<i>Yu. I. Tsybalyuk</i> TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF FELLING AREAS USING SMALL- SIZED SKIDDING EQUIPMENT	36
<i>M. I. Yarosh, D. I. Yarosh</i> GRANULOMETRIC COMPOSITION OF SOILS IN THE FRESH OAK FOREST OF HUSIATYN FORESTRY.....	43
<i>L. P. Kazimirova, S. V. Ilyinskyi, V. V. Rybak, O. P. Mateyuk</i> KRYVCHYTSKY PARK OF KHMELNYTSKYI REGION AS A PROSPECTIVE OBJECT OF THE NATURE RESERVE FUND OF UKRAINE	51
ECOLOGY AND ENVIRONMENT PROTECTION	61
<i>I. V. Gruzinska, T. P. Fedoniuk</i> ASSESSMENT OF FACTORS INFLUENCING THE CARBON BALANCE IN FOREST STANDS IN UKRAINE	61
<i>H. V. Kireitseva, O. V. Palii, S. V. Khomenko, O. A. Vyhovska, V. T. Pidvysotskyi</i> IMPLEMENTATION PROSPECTS OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE PROCESSING IN UKRAINE.....	71
<i>A. I. Redko, Ya. O. Adamenko</i> RECLAMATION OF EXHAUSTED QUARRIES FOR SOLAR POWER PLANT PLACEMENT.....	79
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT.....	86
<i>G. S. Gudz, M. V. Hlobchak, O. Yo. Kotsyumbas</i> EVALUATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A CAR AFTER REPAIR OF THE ENGINE CYLINDER-PISTON GROUP	86
<i>S. M. Valko, B. Ya. Kshyvetskyi</i> RESEARCH ON THE STRENGTH OF ADHESIVE JOINTS IN WOODEN ADHESIVE STRUCTURES.....	93
INFORMATION TECHNOLOGIES.....	101
<i>A. R. Bidochko, Ya. I. Vyklyuk</i> LLMAGENTNET: A COLLABORATIVE NETWORK OF AUTONOMOUS AI AGENTS FOR COMPLEX TASK EXECUTION	101
<i>V. V. Zhukovskyu, S. V. Shatnyi, N. A. Zhukovska, A. V. Shatna</i> IOT-BASED MEASURING AND ANALYTICAL TOOLS FOR SOIL MOISTURE MONITORING.....	115
<i>R. I. Kordiuk, O. V. Ovsyak</i> TREE-BASED COLLAGES MODEL WITH TRANSVERSE-CONNECTIONS.....	123
<i>O. V. Kravchenko, V. I. Bezuhlyi</i> THE IMPACT OF COGNITIVE BIASES ON BUSINESS PROCESS MODELING IN INFORMATION SYSTEMS.....	134
<i>O. I. Torskyi, Yu. I. Hrytsiuk</i> APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO ENHANCE THE EFFICIENCY OF AUTOMATED SOFTWARE TESTING	142

I. H. Tsmots, O. R. Turchyn ADAPTIVE MANAGEMENT OF A TOURISM ENTERPRISE USING WEAK SIGNALS.....	150
M. O. Shestakovych, Yu. V. Shabatura TECHNOLOGY OF DECOMPOSITION OF FRONTEND-MONOLITHIC WEB APPLICATIONS INTO MICROFRONTENDS BY CLUSTERIZATION OF THEIR HETEROGENEOUS GRAPHS.....	159
M. T. Khomyn, O. L. Storozhuk METHOD FOR STRUCTURING GEOMETRIC ELEMENTS OF DRAWINGS FOR CAD/CAM SYSTEMS.....	166
P. R. Peleh, V. M. Yuzevych MODELS OF USER EXPERIENCE QUALITY IN COMPUTER INFORMATION SYSTEMS	172
O. Yo. Pitsun, V. V. Rudyk, Yu. M. Batko CLASSIFICATION OF WEBSITES BY THE CRITERION OF PRODUCTIVITY BASED ON ENSEMBLES	180

ки сусідньої фігури-кандидата; j – індекс точки P_j ; $D(P_e, P_j)$ – відстань між точками P_e та P_j , яку використовують для визначення найближчої фігури під час впорядкування.

Важливо зазначити, що з кожною наступною ітерацією кількість фігур, які залишаються для пошуку, зменшується. Це можна пояснити тим, що на попередніх кроках алгоритму вже було впорядковано певну кількість елементів множини. Така динаміка простежується завдяки залежності [4]

$$j = n - \text{current}, \quad (3)$$

де: j – кількість фігур, що залишилися для пошуку; n – загальна кількість фігур у множині, current – поточний номер ітерації (кількість уже впорядкованих фігур).

Наступним кроком виконаємо зміну послідовності фігур, використовуючи множину фігур на p -тій ітерації впорядкування $F_p = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$, яка має мінімізувати сумарну відстань між послідовними фігурами. Цільову функцію можна подати у вигляді

$$D_{\text{total}} = \sum_{j=1}^{n-c} D_j(P_e^c, P_s^j) \rightarrow \text{extr}, \quad (4)$$

де: D_{total} – загальна довжина переходів між фігурами; $D_j(P_e^c, P_s^j), \forall j \in R$ – відстань між кінцевою точкою попередньої фігури та початковою точкою наступної; s – індекс початкової фігури; e – індекс кінцевої фігури; c – кількість уже впорядкованих фігур; n – загальна кількість фігур.

Фігури, що залишаються після вибору початкової, формують множину залишкових фігур: $R = F \setminus \{f_o\}$. На кожному кроці алгоритму обчислюється найменша відстань між останньою впорядкованою фігурою f_i та однією з фігур f_t із множини R . Знайдену фігуру f_t вважають наступною у впорядкованому переліку, додають до результату та вилучають із множини R . Цей процес повторюється доти, поки множина R не стане порожньою. Пошук найближчої фігури можна виконати за формулою

$$t = \arg \min_{j \in R} D(P_e^c, P_s^j), \quad (5)$$

де: j – індекс фігури із множини залишкових фігур R ; t – індекс фігури f_t , яка має мінімальну відстань до поточної фігури.

На початковому етапі розроблення структури креслення потрібно проаналізувати геометричні параметри та розмістити його в найзручнішому місці для подальшого використання. Для цього спочатку передбачені мінімальні координати креслення осями X та Y , що дає змогу встановити крайнє ліве та нижнє положення. Використовуючи метод повного перебору всіх геометричних елементів креслення, знаходять точку, яка має найменше значення координати X (X_w) і точку з найменшим значенням координати Y (Y_w). Ця точка (X_w, Y_w) створює новий початок координат, до якого буде прив'язане креслення у геометричній структурі [9].

Після визначення опорної точки виконують коригування всіх координат креслення так, щоб вони були віднесені до нової початкової координати. Оновлення координат кожного елемента (ліній, дуг, кіл) гарантує, що креслення буде правильно масштабовано та розташоване в зручному форматі, що особливо важливо для автоматизованої системи оброблення даних. Стандартизована інтеграція креслень у програмне середовище мінімізує ймовірність помилок за їх використання у різних виробничих процесах.

Подання креслень у вигляді структурованих геометричних конфігурацій потребує не тільки збереження базових їх геометричних характеристик, а й уточнення їхнього подання для подальшого використання у проектуванні та виробництві. Використання стандартних структур геометричних елементів дає змогу автоматизувати процес розроблення креслень, зменшуючи кількість ручних рутинних операцій і підвищуючи точність розпізнавання повторюваних елементів. Застосування повторюваних геометричних структур спрощує процес редагування креслення, оскільки дає змогу змінювати окремі його елементи групи без необхідності оновлювати усі вузли креслення. Завдяки такому підходу забезпечується швидка адаптація креслень до змін у виробничому технологічному процесі.

Одним із ключових аспектів застосування структурованих геометричних конфігурацій креслень є їхня інтеграція із системами автоматизованого проектування (CAD) та підготовка до подальшого використання у виробництві. Автоматизоване розроблення геометричних структур дає змогу уникнути помилок, пов'язаних із людським фактором, а також спрощує процес конвертації креслень у програмний код для верстатів з ЧПК. Упровадження цього методу підвищує точність, продуктивність та уніфікацію проектної документації, що є основним фактором у сучасному машинобудуванні, будівництві та інших галузях промисловості [4].

Під час оброблення креслення у вигляді повторюваних структур геометричних елементів необхідні базові геометричні елементи, з яких воно складається. В основі будь-якого креслення знаходяться прості фігури, зокрема – лінії, дуги та кола, кожен з яких описує певний векторний набір параметрів у форматі. Лінія створена координатами двох точок – початкової (X_n, Y_n) і безпосередньої (X_k, Y_k), які забезпечують її положення у просторі. Дуга додатково характеризується її кривизною та радіусом. Коло ж подано координатами центру (X_c, Y_c) і додатковою точкою на його контурі (X_k, Y_k). Якщо дугу використовують для побудови повного кола, її початкова та остаточна точки збігаються, що дає змогу уникнути дублювання інформації у геометричних структурах. Дуги, як елементи, що формують кола, потребують окремого розгляду у процесі оброблення креслень. Вони потребують особливого коригування координат відповідно до вимог специфікації G-Code [4].

Уніфіковане розміщення креслень у віртуальній системі координат дає змогу значно спростити роботу з ними, зокрема – у випадках, коли вони використовуються для автоматизованого проектування або підготовки до виробництва. Завдяки такій стандартизації, креслення легше адаптувати до змін у технологічних процесах або нових вимог замовника, що робить метод структуризації геометричних елементів креслення незамінним у сучасному конструкторському та інженерному середовищі.

Якщо коло не має зв'язку з іншими елементами креслення, це може призвести до виникнення холостого ходу інструменту під час виконання траєкторії на верстаті з ЧПК. Для удосконалення такого процесу потрібно застосувати найзручнішу точку для початку розрізання цього кола, а саме таку, яка є найближчою до точки завершення попереднього елемента [7].

Визначаємо вектор, що прямує з центра кола через точку на цьому колі за допомогою формули [4]