

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002410

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-06-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Проскуренко Денис Миколайович

2. Denys M. Proskurenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0673-5708

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14664

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.01.85, 50.41.25, 50.49.31, 59.01.77

Тема дисертації:

1. Автоматизована система для калібрування резервуарів сталевих циліндричних горизонтальних геометричним методом

2. Automated system for calibrating steel cylindrical horizontal tanks by geometric method

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі підвищення точності та ефективності калібрування сталевих циліндричних горизонтальних резервуарів шляхом розроблення автоматизованої програмно-апаратної системи, що базується на використанні тривимірного лазерного сканування та геометричного аналізу просторових даних. Необхідність виконання таких досліджень обумовлена зростанням вимог до точності обліку рідких продуктів у нафтогазовій, хімічній, енергетичній та транспортно-логістичній галузях, де навіть незначні похибки у визначенні місткості резервуарів можуть призводити до суттєвих економічних втрат, викривлення результатів комерційного обліку та зниження достовірності метрологічного забезпечення. Існуючі методи калібрування, зокрема об'ємний та геометричний, мають ряд обмежень, пов'язаних із трудомісткістю, недостатнім рівнем автоматизації, а також

спрощеним урахуванням геометрії резервуара, що, як правило, розглядається як ідеалізована. У реальних умовах експлуатації резервуари зазнають деформацій, мають технологічні відхилення форми, локальні нерівності та інші фактори, які впливають на точність визначення їх місткості. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває застосування методів, що дозволяють враховувати фактичну геометрію об'єкта на основі високоточного 3D-сканування. Метою дисертаційного дослідження є підвищення точності калібрування сталевих циліндричних горизонтальних резервуарів шляхом удосконалення геометричного методу на основі використання 3D-хмари точок та створення автоматизованої системи, яка забезпечує повний цикл оброблення даних — від сканування до формування поміліметрової градуювальної таблиці. Для досягнення поставленої мети у роботі виконано комплекс взаємопов'язаних теоретичних та експериментальних досліджень. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено методи та засоби, що використовуються в роботі, розкрито наукову новизну, практичне значення та особистий внесок здобувача. У першому розділі проведено системний аналіз існуючих методів калібрування резервуарів, включаючи об'ємні, геометричні та комбіновані підходи. Розглянуто нормативно-методичне забезпечення процесів калібрування та сучасні технічні засоби їх реалізації. Особливу увагу приділено аналізу обмежень традиційних методів у контексті автоматизації та врахування реальної геометрії поверхні резервуарів. Встановлено, що існуючі підходи не забезпечують достатньої інтеграції процесів збору, оброблення та аналізу даних, а також не містять ефективних засобів оцінювання якості отриманих 3D-даних. На основі проведеного аналізу сформульовано постановку задачі дослідження, яка полягає у створенні автоматизованої системи калібрування з урахуванням фактичної геометрії резервуара та адаптивного керування процесом сканування. У другому розділі розроблено структуру автоматизованої системи калібрування резервуарів геометричним методом, яка включає підсистеми збору даних, оцінювання якості 3D-хмари точок, керування положенням сканера, оброблення просторових даних та формування результатів калібрування. Запропоновано аналітичну модель функціонування системи, що описує взаємозв'язки між її складовими та визначає логіку прийняття рішень щодо адаптивного переміщення 3D-сканера у вертикальній площині. Розроблено метод оцінювання якості 3D-хмари точок, який базується на аналізі таких характеристик, як щільність розподілу точок, рівень шуму, повнота покриття поверхні та наявність викидів. На основі цих показників реалізовано алгоритм прийняття рішень щодо необхідності повторного сканування та визначення напряму і величини переміщення сканера. Це дозволяє забезпечити адаптивне формування повної та репрезентативної моделі поверхні резервуара. Запропоновано комбінований метод сегментації 3D-хмари точок, який поєднує використання ітераційного алгоритму RANSAC для виділення циліндричної частини резервуара та кластеризації методом DBSCAN для визначення днищ. Подальше уточнення меж сегментів здійснюється на основі аналізу нормалей та кривизни поверхні, що забезпечує підвищення точності виділення геометричних елементів. На основі сегментованих даних розроблено математичні моделі визначення геометричних параметрів циліндричної частини та днищ резервуара з урахуванням їх реальної форми. У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень розробленої системи. Проведено апробацію алгоритмів оцінювання якості 3D-хмари точок та адаптивного керування положенням сканера, що підтвердило їх ефективність у забезпеченні повноти покриття поверхні резервуара та зменшенні кількості повторних сканувань. Виконано дослідження точнос

2. The dissertation is devoted to solving a relevant scientific and applied problem of improving the accuracy and efficiency of calibration of horizontal cylindrical steel tanks through the development of an automated hardware–software system based on three-dimensional laser scanning and geometric analysis of spatial data. The necessity of such research is обусловлена the increasing requirements for the accuracy of liquid accounting in the oil and gas, chemical, energy, and transport-logistics industries, where even minor errors in determining tank capacity may lead to significant economic losses, distortion of commercial accounting results, and reduced reliability of metrological support. Existing calibration methods, in particular volumetric and geometric ones, have a number of limitations related to high labor intensity, insufficient level of automation, and simplified consideration of tank geometry, which is usually assumed to be idealized. Under real operating conditions, tanks are subject to deformations, manufacturing deviations, local irregularities, and other factors that affect the

accuracy of capacity determination. In this regard, the application of methods that allow taking into account the actual geometry of the object based on high-precision 3D scanning becomes especially relevant. The aim of the dissertation research is to improve the accuracy of calibration of horizontal cylindrical steel tanks by enhancing the geometric method based on the use of a 3D point cloud and developing an automated system that provides a full data processing cycle—from scanning to the generation of a millimeter-resolution calibration table. To achieve this goal, a set of interrelated theoretical and experimental studies has been carried out. The introduction substantiates the relevance of the topic, formulates the goal and objectives of the research, defines the object and subject of the study, describes the methods and tools used, and presents the scientific novelty, practical significance, and the author's contribution. The first chapter provides a systematic analysis of existing tank calibration methods, including volumetric, geometric, and combined approaches. The regulatory and methodological framework for calibration processes and modern technical means of their implementation are considered. Particular attention is paid to the limitations of traditional methods in terms of automation and accounting for the actual geometry of tank surfaces. It is established that existing approaches do not ensure sufficient integration of data acquisition, processing, and analysis, and also lack effective tools for assessing the quality of 3D data. Based on the analysis, the research problem is formulated, which consists in developing an automated calibration system that accounts for the actual tank geometry and provides adaptive control of the scanning process. The second chapter presents the developed structure of the automated tank calibration system based on the geometric method, which includes subsystems for data acquisition, 3D point cloud quality assessment, scanner position control, spatial data processing, and calibration result generation. An analytical model of the system operation is proposed, describing the relationships between its components and defining the decision-making logic for adaptive vertical positioning of the 3D scanner. A method for assessing the quality of the 3D point cloud has been developed, based on the analysis of parameters such as point density, noise level, surface coverage completeness, and the presence of outliers. Based on these indicators, a decision-making algorithm is implemented to determine the necessity of re-scanning and to define the direction and magnitude of scanner displacement. This ensures adaptive formation of a complete and representative model of the tank surface. A combined method for 3D point cloud segmentation is proposed, which integrates the iterative RANSAC algorithm for extracting the cylindrical part of the tank and DBSCAN clustering for identifying the end caps. Further refinement of segment boundaries is performed based on the analysis of surface normals and curvature, which improves the accuracy of geometric feature extraction. Based on the segmented data, mathematical models are developed for determining the geometric parameters of the cylindrical part and end caps, taking into account their actual shape. The third chapter presents the results of experimental studies of the developed system. The algorithms for 3D point cloud quality assessment and adaptive scanner positioning have been validated, confirming their effectiveness in ensuring complete surface coverage and reducing the number of

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Proskurenko D., Bezuglyi M., Tretiak O., Filippova M. Review of calibration methods for cylindrical steel vertical oil storage tanks // Енергетика та автоматика. 2023. № 2. С. 96–104, DOI:

[https://doi.org/10.31548/energiya2\(66\).2023.096](https://doi.org/10.31548/energiya2(66).2023.096)

- Proskurenko D., Bezuglyi M. Integrated approach for 3D point cloud segmentation in tank calibration // Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування. 2025. Вип. 69(1). С. 75–81, DOI: [https://doi.org/10.20535/1970.69\(1\).2025.333512](https://doi.org/10.20535/1970.69(1).2025.333512)
- Проскурєнко Д. М., Безуглий М. Програмна реалізація автоматизованої системи калібрування циліндричних резервуарів // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2025. Вип. 4. С. 400–406, DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-84-48>
- D. Proskurenko and M. Bezuglyi, “An automated system for calibration table calculation of cylindrical horizontal tanks”, IAPGOS, vol. 16, no. 1, pp. 29–34, Mar. 2026, DOI <https://doi.org/10.35784/iapgos.7408>
- Проскурєнко Д. М. Алгоритм визначення рівнів калібрування резервуарів сталевих циліндричних горизонтальних // Погляд у майбутнє приладобудування : матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (Київ, 16–17 трав. 2023 р.). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. С. 120–122.
- Проскурєнко Д. М., Безуглий М. Алгоритмічне забезпечення калібрування резервуарів сталевих циліндричних горизонтальних геометричним методом // Приладобудування: стан і перспективи : матеріали XXII Міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 16–17 трав. 2023 р.). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. С. 93–95.
- Проскурєнко Д. М., Безуглий М. Структурна схема автоматизованої системи калібрування резервуарів // Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні : матеріали XIX Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (Київ, 20–21 груд. 2023 р.). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. С. 142–145.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПВ:

Комп'ютерні програми

Проскурєнко Д. М., Третяк О. В., Безуглий М. О., Філіппова М. В. Автоматизований розрахунок градуовальної таблиці відповідно до ДСТУ 7475:2016 (ДСТУ 7475:2016, ДСТУ 7364:2016) : свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 123611. Україна. Дата реєстрації 08.02.2024. 31 с.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Безуглий Михайло Олександрович

2. Mikhailo O. Bezuhlyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0624-0585

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Матіко Федір Дмитрович

2. Fedir D. Matiko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6569-2587

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: Q-8785-2017; Scopus Author ID: 29068004100;

Google Scholar ID: vBUSy6gAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Планковський Сергій Ігорович

2. Serhii I. Plankovskyi

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2908-903X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Код за ЄДРПОУ: 02071151

Місцезнаходження: вул. Черноглазівська, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аушева Наталія Миколаївна
2. Nataliia M. Ausheva

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.01.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0816-2971

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ориняк Ігор Володимирович
2. Igor V. Ornyak

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4529-0235

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Ролік Олександр Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Ролік Олександр Іванович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Проскуренко Денис Миколайович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна